



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO  
VARIEDADES DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL SISTEMA  
HIDROPÓNICO EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA.”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero en Agropecuaria**

**AUTOR:**

**CONLAGO FARINANGO ÁNGEL AUGUSTO**

**DIRECTOR:**

**Ing. JULIA PRADO Ph.D.**

**Ibarra, septiembre 2017**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**ESCUELA DE AGROPECUARIA**

**"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO**  
**VARIETADES DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL SISTEMA**  
**HIDROPÓNICO EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA."**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**APROBADO:**

Ing. Julia Prado Ph.D.  
**DIRECTORA**

  
FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón Suarez MSc.  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

Ing. Miguel Gómez MSc.  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

Ing. Marcelo Albuja MSc.  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A**  
**FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>Cédula de identidad:</b>	172522100-4
<b>Apellidos y nombres:</b>	Conlago Farinango Ángel Augusto
<b>Dirección:</b>	Cayambe - Comunidad Santo Domingo N° 1 - Barrio 3 de Noviembre.
<b>Email:</b>	<a href="mailto:c_ang312hotmail.com">c_ang312hotmail.com</a>
<b>Teléfono fijo:</b>	0981513268

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	“Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de tomate riñón ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en el sistema hidropónico en la granja Yuyucocha, Ibarra.”
<b>Autor:</b>	Ángel Augusto Conlago Farinango
<b>Fecha:</b>	Septiembre - 2017
<b>Solo para trabajos de grado</b>	
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ingeniero Agropecuario
<b>Director:</b>	Ing. Julia Prado Ph.D.

## **1. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Conlago Farinango Ángel Augusto, con cédula de ciudadanía Nro. 172522100-4, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital. Autorizo a la Universidad Técnica de Norte, la publicación de la obra en el repositorio digital institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **2. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin los derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre del 2017.

### **EL AUTOR**

  
Conlago Farinango Ángel Augusto  
C.I.: 172522100-4

### **ACEPTACIÓN:**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin *violar derechos de terceros* terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los *derechos patrimoniales* derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y *saldré en defensa de la* saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre del 2017.



Firma

Ángel Augusto Conlago Farinango

---

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ángel Augusto Conlago Farinango, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre del 2017.



Ing. Julia Prado Ph.D.

DIRECTORA DE TESIS



**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A  
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Ángel Augusto Conlago Farinango, con cédula de identidad Nro. 1725221004, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL SISTEMA HIDROPÓNICO EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Agropecuario en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre del 2017.



Firma

Ángel Augusto Conlago Farinango

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Gula: FICAYA – UTN

Fecha: Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre del 2017.


Conlago Farinango Ángel Augusto "Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en el sistema hidropónico en la granja Yuyucocha, Ibarra." / TRABAJO DE GRADO, Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería Agropecuaria Ibarra, Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre del 2017, 90 páginas.


**DIRECTOR:** Ing. Julia Prado Ph.D

El objetivo principal de la presente investigación fue de evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en el sistema hidropónico en la Granja Experimental Yuyucocha. Entre los objetivos específicos se encuentran: Evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de las variedades; determinar la mejor variedad de tomate riñón desarrollada bajo invernadero y realizar un análisis económico de presupuesto parcial para determinar la mejor alternativa de producción del tomate riñón.

Fecha: Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre del 2017.

  
Ing. Julia Prado Ph.D.

Directora de Trabajo de Grado

  
Conlago Farinango Ángel Augusto

Autor



## AGRADECIMIENTO

*Expresar mi más profundo agradecimiento a Dios y la virgen por iluminarme y bendecirme, a mis padres amados; Clemente Conlago y María Esther Farinango, por brindarme lo más preciado que existe en el mundo “la vida”.*

*A quien considero como mis segundos Padres; Yolanda Conlago, mi hermana, al Lic. Patricio Ulcuango MSc. mi cuñado, por ayudar a superar todos los obstáculos que se han presentado en mi camino del día a día. por ser el apoyo más grande durante mi educación universitaria y personas muy ejemplares. Al resto de mi maravillosa familia sin excepción de nadie; mis queridos hermanos: Nelson, Arnulfo, Wlady, Hermes, Braulio y Efrén Conlago Farinango, quienes fueron el pilar de apoyo y que depositaron todo el augurio y confianza en mí e hicieron que yo siguiera superándome.*

*Como no agradecer infinitamente a la Universidad Técnica del Norte a la Facultad “FICAYA”, a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por darme la oportunidad de culminar mis estudios superiores.*

*A mi directora Ing. Julia Prado PhD, mis asesores: Ing. Miguel Gómez, Ing. Juan Pablo Aragón, Ing. Marcelo Albuja; ya que cada uno de ellos aportaron para que este estudio salga adelante.*

*Al Ing. Carlos Cazco quien de forma desinteresada brindó su apoyo incondicional desde el primer día que se dio inicio a mi proyecto de tesis, aportando con su experiencia y conocimiento teórico práctico.*

*Por último, agradezco a mis compañeros de clase quienes compartimos momentos excepcionales e inolvidables, ya que también aportaron con un granito de arena para que logre culminar esta etapa de mi vida.*

*¡Gracias a ustedes!*

*Ángel Conlago*

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a Dios, por permitir haber llegado hasta este momento muy importante de mi formación profesional. A toda mi familia que es lo más apreciado que tengo, mis padres, María Esther Farínango, Clemente Conlago, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan.*

*A mis segundos padres Yolanda Conlago, MSc. Patricio Ulcuango, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien y brindarme todo su apoyo incondicional sin importar diferencias ni obstáculos que se presentaron, por ser mi motor de vida y mis más grandes inspiraciones que me impulsaron a seguir adelante y poder alcanzar mi sueño de ser un profesional.*

*Ángel Conlago*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de figuras .....	i
Índice de tablas .....	i
Índice de anexos .....	ii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Problema .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. HIPÓTESIS .....	5
CAPÍTULO II .....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. El tomate riñón.....	6
2.2. Importancia del cultivo de tomate .....	6
2.3. Características del cultivo .....	7
2.4. Fenología del cultivo .....	7
2.4.1. Temperatura.....	8
2.4.2. Humedad relativa.....	8
2.4.3. Luminosidad .....	9
2.5. Manejo del cultivo .....	9
2.5.1. Semillero.....	9
2.5.2. Preparación del terreno .....	10
2.5.3. Trasplante .....	10
2.5.4. Fertiirrigación en el cultivo bajo invernadero .....	10
2.5.5. Podas.....	11
2.5.6. Tutorado .....	11
2.6.1. Enfermedades bacterianas: .....	11
2.6.2. Enfermedades fungosas: .....	12

2.8. Principales plagas del cultivo .....	14
2.8.1. Mosca blanca .....	14
2.8.2. Polilla del tomate .....	14
2.8.3. Nemátodos .....	15
2.9. Madurez y cosecha .....	15
2.10. Variedades .....	15
2.10.1. Tomate híbrido Sena.....	16
2.10.2. Tomate híbrido Sheyla Victory .....	16
2.10.3. Tomate híbrido Tosmar (1062) .....	17
2.10.4. Tomate híbrido Semiramis .....	17
2.11. Sistemas de cultivo hidropónico. ....	17
2.11.1. Importancia de la hidroponía .....	18
2.11.2. Sistemas hidropónicos con sustratos .....	18
2.11.3. Sustratos .....	19
2.12. Análisis económico de presupuesto parcial .....	19
3. METODOLOGÍA .....	21
3.1. Caracterización del área de estudio .....	21
3.1.1. Ubicación geográfica .....	21
3.1.2. Características climáticas .....	22
3.2. Materiales y equipos .....	22
3.2.3. Insumos.....	23
3.2.4. Material vegetal .....	23
3.3. Métodos .....	23
3.3.1. Factores en estudio (hidroponía y suelo) .....	23
3.3.2. Tratamientos .....	24
3.3.3. Diseño experimental .....	24
3.3.4. Características de la unidad experimental: .....	25
3.3.5. Análisis estadístico .....	26
3.4. Variables a evaluar .....	26
3.4.1. Altura de planta .....	26
3.4.2. Días a la floración.....	26

3.4.3. Días a la formación del futo .....	27
3.4.4. Días al inicio de la cosecha .....	27
3.4.5. Números de frutos por planta .....	27
3.4.7. Calibre de frutos .....	28
3.4.8. Rendimiento .....	28
3.4.9. Análisis económico .....	28
3.5. Manejo específico del experimento .....	28
3.5.1. Selección del sitio .....	28
3.5.2. Adecuación del sitio .....	28
3.5.3. Preparación del sustrato hidropónico .....	28
3.5.4. Fundas hidropónicas .....	29
3.5.5. Preparación de camas .....	29
3.5.6. Construcción del sistema de riego .....	29
3.5.7. Adquisición de variedades .....	29
3.5.8. Trasplante .....	29
3.5.9. Preparación de soluciones nutritivas .....	30
3.5.10. Fertiirrigación .....	30
3.5.11. Tutorado .....	31
3.5.12. Controles fitosanitarios .....	31
3.5.13. Cosecha .....	31
3.5.14. Clasificación .....	32
CAPÍTULO IV .....	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
4.1. Altura de planta .....	33
4.3. Días a la formación del fruto .....	38
4.4. Días al inicio de la cosecha .....	41
4.5. Clasificación y número de frutos por categoría .....	43
4.6. Número de frutos por planta .....	45
4.7. Calibre de frutos .....	47
4.8. Rendimiento .....	49
4.9. Análisis económico .....	51

4.9.1 Tasa de retorno marginal.....	52
CAPÍTULO V .....	54
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	54
5.1. CONCLUSIONES .....	54
5.2. RECOMENDACIONES .....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	59



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación del ensayo .....	21
<b>Figura 2.</b> Altura de planta para la interacción entre sistema de producción y variedades de tomate de riñón.....	34
<b>Figura 3.</b> Altura de planta para la interacción entre días de medición y variedades de tomate riñón .....	35
<b>Figura 4.</b> Días a la floración para la interacción entre sistema hidropónico y variedades del cultivo .....	37
<b>Figura 5.</b> Días a la floración para la interacción entre sistema suelo y variedades del cultivo .....	37
<b>Figura 6.</b> Días a la formación del fruto para la interacción entre sistema hidropónico y variedades del cultivo .....	39
<b>Figura 7.</b> Días a la formación del fruto para la interacción entre sistema suelo y variedades del cultivo .....	40
<b>Figura 8.</b> Días a la cosecha para la interacción entre sistema suelo y variedades del cultivo .....	42
<b>Figura 9.</b> Clasificación y número de frutos por categoría para la interacción entre sistema hidropónico y variedades del cultivo. ....	44
<b>Figura 10.</b> Clasificación y número de frutos por categoría para la interacción entre sistema suelo y variedades del cultivo. ....	44
<b>Figura 11.</b> Número de frutos por planta para la interacción de variedades en el cultivo...46	
<b>Figura 12.</b> Calibre de frutos para la interacción entre sistema de producción y variedades en el cultivo de tomate riñón.....	48
<b>Figura 13.</b> Rendimiento para la interacción entre sistema de producción y variedades de tomate riñón.....	50

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tratamientos evaluados.....	24
<b>Tabla 2.</b> Esquema del análisis de varianza ADEVA .....	26
<b>Tabla 3.</b> Grados de madurez para la recolección de frutos de tomate riñón .....	27
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de los frutos .....	28
<b>Tabla 5.</b> Requerimiento de nutrientes para las diferentes etapas de desarrollo del tomate riñón .....	30
<b>Tabla 6.</b> Fuentes nutritivas utilizadas durante el ciclo del cultivo .....	31
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza, altura de planta del cultivo de tomate riñón.....	33
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza, días a la floración por piso del cultivo de tomate riñón.....	36

<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza, días a la formación del fruto de tomate riñón. ....	38
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza, días al inicio de la cosecha de tomate riñón.....	41
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza, clasificación y número de frutos por categoría de tomate riñón .....	43
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza, número de frutos por planta de tomate riñón.....	45
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza, calibre de frutos de tomate riñón .....	47
<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza para rendimiento de tomate riñón .....	49
<b>Tabla 15.</b> Análisis de dominancia económica de los tratamientos evaluados. ....	52
<b>Tabla 16.</b> Tasa de retorno marginal (TRM). ....	53

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Promedios para la interacción sistema de producción (SP)* variedad en altura de planta. ....	59
<b>Anexo 2.</b> Promedios para la interacción días * variedad en altura de planta. ....	60
<b>Anexo 3.</b> Promedios para para interacción sistemas de producción* variedad*piso en días a la floración.....	60
<b>Anexo 4.</b> Promedios para la interacción sistemas de producción* variedad*piso, en días a la formación del fruto. ....	61
<b>Anexo 5.</b> Promedios para sistemas de producción* variedad, en días al inicio de la cosecha del fruto. ....	62
<b>Anexo 6.</b> Promedios para sistemas de producción* variedad y categoría en clasificación y número de frutos por categoría.....	63
<b>Anexo 7.</b> Promedios para variedad en clasificación y número de frutos por planta.....	64
<b>Anexo 8.</b> Promedios para sistemas de producción (SP) y variedad en calibre de frutos de tomate riñón.....	65
<b>Anexo 9.</b> Promedios para sistemas de producción (SP) y variedad, en rendimiento (kg/planta) de tomate riñón. ....	65
<b>Anexo 10.</b> Promedios para Variedad en rendimiento (kg/planta) de tomate riñón.....	66
<b>Anexo 11.</b> Croquis del ensayo, parcelas divididas.....	67
<b>Anexo 12.</b> Manejo y control fitosanitario del ensayo. ....	67
<b>Anexo 13.</b> Costos que varían por tratamientos. ....	68
<b>Anexo 14.</b> Fotografías.....	68

# **EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL SISTEMA HIDROPÓNICO EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA**

**Autor:** Ángel Augusto Conlago Farinango

**Director de Trabajo de Titulación:** Ing. Julia Prado Ph.D.

**Año:** 2017

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó bajo invernadero en la granja experimental Yuyucocha, ubicada en el cantón Ibarra, Parroquia Caranqui, con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en el sistema hidropónico, en tal sentido, los objetivos específicos planteados fueron: evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de las variedades; determinar la mejor variedad de tomate riñón desarrollada bajo invernadero y realizar un análisis económico de presupuesto parcial para determinar la mejor alternativa de producción del tomate riñón. La investigación estuvo conformada por ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo un área de 1,75 m<sup>2</sup> en el sistema hidropónico y suelo. Las variables evaluadas en las variedades Semiramis, Sheyla Victory, Tosmar 1062 y Sena fueron: altura de planta, días a la floración, días a la formación del futo, días al inicio de la cosecha, clasificación y número de frutos por categorías, número de frutos por planta, calibre de frutos, rendimiento y análisis económico, los datos obtenidos se analizaron bajo un diseño de bloques en parcelas divididas (DPD), donde la parcela grande fue los sistemas de producción y la parcela pequeña las variedades. Esta experimentación brindó información de carácter científico en el campo agrícola, obteniendo un aporte que beneficiará a los agricultores como una nueva alternativa al sistema hidropónico para la producción de tomate de mesa. Añadiéndose también que, bajo las condiciones que se realizó este estudio, el análisis económico determinó a la variedad Sena bajo sistema hidropónico como la mejor alternativa de producción de tomate riñón, ya que alcanzó una tasa de retorno marginal mayor

# **EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) EN EL SISTEMA HIDROPÓNICO EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA**

**Author:** Ángel Augusto Conlago Farinango

**Director of labor of degree:** Ing. Julia Prado Ph.D.

**Año:** 2017

## **SUMMARY**

The present research was carried out in a greenhouse of the experimental farm Yuyucocha, located in the canton Ibarra, Caranqui Parish, with the purpose of evaluating the agronomic behavior of four varieties of kidney tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in the hydroponic system, in sense, the specific objectives were: to evaluate the yield and agronomic behavior of the varieties; determine the best variety of kidney tomato grown under greenhouse and perform a partial budget economic analysis to determine the best alternative tomato kidney production. The research consisted of eight treatments and four replicates. Each experimental unit had an area of 1.75 m<sup>2</sup> in the hydroponic system and soil. The variables evaluated in the varieties Semiramis, Sheyla Victory, Tosmar 1062 and Sena were: plant height, days at flowering, days at plant formation, days at the beginning of harvest, classification and number of fruits by category, number fruits per plant, fruit gauge, yield and economic analysis, data were analyzed under a block design in divided plots (DPD), where the large plot was the production systems and the small plot varieties. It was also added that, under the conditions of this study, the economic analysis determined the Sena variety under the hydroponic system as the best alternative for tomato kidney production, since it reached a higher marginal rate of return.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Antecedentes**

El tomate riñón es una hortaliza ampliamente consumida a nivel mundial, por la disponibilidad de nutrientes que aporta en la dieta alimenticia diaria, por su alto nivel de producción, por la demanda internacional y local. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2011) en el país existían alrededor de 3.000 ha sembradas de tomate riñón, con una producción de 61.426 TM al año. Esto ha hecho que la producción del tomate de mesa se tecnifique, utilizando invernaderos para controlar las condiciones ambientales adversas para favorecer al desarrollo del cultivo de tomate y mejorar los sectores productores, así como la utilización de variedades más productivas y sugestivas; Las variedades no todas pueden ser sembradas en una región, por tal razón, es necesario que conozcan resultados de estudios de comportamientos agronómicos de las variedades, esto permitirá definir qué tipo de variedades presentan mejores características, resultados de producción y rendimiento para cada zona del país (Instituto Nacional de Investigaciones Agroecuarías [INIAP], 2009).

El cultivo de tomate riñón por su naturaleza se puede cultivar en el sistema tradicional, así mismo en diferentes métodos avanzados como es el sistema hidropónico. En este último, se puede sembrar en distintos sustratos inertes y optimizar recursos tales como: el agua, espacios de siembra, los nutrientes empleados para el crecimiento y desarrollo del tomate solamente son administrados los requeridos por la planta (Salazar, 2015). Según Borja (2009), plantea visualizar a la agricultura con una visión basadas en enfoques para desarrollar sistemas de producción sustentable como una alternativa pues sembrar en el sistema hidropónico permite aprovechar ventajas como; el uso racional del agua, nutrientes, realizar una programación en labores de cultivo y de producción, así mismo el sistema genera un incremento en el rendimiento.

El tomate riñón, sin restricciones se lo puede cultivar en una diversidad de lugares, en la actualidad existe una gran cantidad de variedades e híbridos que posibilitan la siembra de acuerdo a la demanda y en forma controlada, lamentablemente los agricultores tomateros realizan siembras de forma convencional, utilizan variedades repetitivas del tomate riñón, esto hace que los productores realicen siembras consecutivas en cada ciclo de siembra de

esta hortaliza; haciendo que los niveles de producción y rendimiento bajen. Al realizar siembras de estas mismas variedades los agricultores tomateros no toman en cuenta que el potencial agronómico y rendimiento de los híbridos va descendiendo, lo que hace que estos materiales se degraden y pierdan las características agronómicas (Colón, 2009).

De acuerdo con Salazar (2015) la producción tradicional de tomate riñón es ineficiente para el consumo nacional e internacional, dicha producción no es rentable para los agricultores, esto conlleva a pérdidas económicas y bajos rendimientos del cultivo; el cultivar en el sistema tradicional, hace que las plantas estén expuestas a factores contaminantes, e infecciosos presentes en el suelo y el medio tales como: hongos, bacterias, plagas, enfermedades y virosis; por lo que se pretende cultivar el tomate riñón bajo el sistema hidropónico, ya que es aceptable aplicarlo para obtener mayor eficiencia y productividad.

## **1.2. Problema**

Según el Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP, 2012) la superficie sembrada fue de 3.115 ha, en las que se produce alrededor de 62.956 TM. Sin embargo, un porcentaje de su producción se ve afectada por varios factores, entre ellos el uso frecuente de variedades del tomate riñón, por la falta de disponibilidad de semillas certificadas, para la producción de plántulas y probadas en campo, las malas prácticas agrícolas, la forma tradicional de siembra en el suelo, donde las plantas están expuestas a la infección de hongos, bacterias, virus e infestación de plagas (Caffarena, 2010). Añadiéndose también la degradación genética, es decir, la pérdida de las características propias de la variedad, haciendo que la producción y los rendimientos sean poco rentables.

Por otra parte, los agricultores tomateros e instituciones vinculados al agro (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca e INIAP) en muy pocas ocasiones realizan trabajos que se relacionen directamente con el sistema hidropónico bajo invernadero, que evalúen el comportamiento agronómico del tomate, producción y rendimiento de las variedades del tomate; sin embargo, de acuerdo a la literatura consultada sobre la producción de tomate bajo el sistema hidropónico, podría ser una excelente alternativa donde se contaría con la eficiencia en cuanto al uso de suelo, agua y nutrientes;



esto conlleva a que los productores desconozcan sus atributos en cuanto al uso de los sistemas de producción y el comportamiento agronómico de esta especie vegetal (Bastida, 2012).

El área cultivada de tomate riñón bajo condiciones de suelo es muy alta, en donde la proliferación de enfermedades es más alta, como se indicó anteriormente, está expuesto a una gran cantidad de agentes contaminantes que desfavorecen su producción y productividad, por lo que se pretende realizar la siembra en el sistema hidropónico, ya que el valor sanitario y productivo de este sistema presenta ventajas comparativas que mejoran la productividad y los rendimientos (Borja, 2009).

### **1.3. Justificación**

El sistema hidropónico presenta algunas ventajas siendo una de ellas, la reutilización de los nutrientes, sustratos, la infraestructura y el sistema de riego. Tomando en cuenta que este sistema incrementa la producción y rendimiento en áreas reducidas, no requiere de suelo, minimiza la mano de obra, reduce costos y por último se obtiene productos de mejor calidad, sanos y de alta demanda (Pinto, 2001).

De acuerdo con la Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar (AAIC, 2003) el tomate riñón es un cultivo muy relevante en el país debido al consumo masivo por parte de la población, a pesar de la gran cantidad de variedades existentes en el mercado, el agricultor se limita al uso de ciertas variedades por falta de conocimiento de las características agronómicas y rendimientos que brindan ciertas variedades; por lo que se justifica la realización de esta investigación, para obtener información del comportamiento agronómico y rendimiento de nuevas variedades para la zona, como en este caso es la variedad Tosmar (1062) que es poco conocida dentro del sector y que presenta ciertas características agronómicas adecuadas para la producción.

Además, según la información y observaciones de campo, la producción en suelo del tomate riñón hace que sus plantas estén propensas a varios factores de contaminación presentes en el medio, al uso y abuso de pesticidas químicos, así como a la contaminación del suelo (Caffarena, 2010); por lo que, como alternativa se evaluará el sistema hidropónico bajo invernadero para verificar si el comportamiento agronómico y los rendimientos son positivos para la producción.

La inseguridad en el campo, las variaciones climáticas, la gran demanda de cultivar en el suelo y el deterioro del mismo, la susceptibilidad a plagas y enfermedades de las variedades, han sido factores que inducen a cultivar en el sistema hidropónico; ya que en este se puede controlar estos factores que en el tradicional no es posible, la hidroponía, por sus especiales características, brinda nuevas posibilidades de cultivar (Colón, 2009).

Tomando en cuenta los factores antes mencionados la presente investigación pretende evaluar los sistemas productivos del sistema hidropónico en la producción de tres variedades conocidas comercialmente (Semiramis, Sheyla Victory, Sena) más una variedad que por el momento no es comúnmente conocida en el sector, pero mantiene una codificación (Tosmar 1062) y presenta características de su producción.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en el sistema hidropónico en la Granja Yuyucocha, Ibarra.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de las cuatro variedades de tomate riñón en el sistema hidropónico.
- Determinar cuál es la mejor variedad de tomate riñón desarrolladas en el sistema hidropónico bajo invernadero.
- Realizar un análisis económico de presupuesto parcial para determinar la mejor alternativa de producción del tomate riñón.

### 1.5. HIPÓTESIS

- **Ho:** El comportamiento agronómico y rendimiento de las cuatro variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) producidas bajo el sistema hidropónico son iguales.
  
- **Ha:** Al menos una de las variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) producidas en el sistema hidropónico tiene comportamiento agronómico y rendimiento diferente.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. El tomate riñón

El tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) es una planta herbácea perteneciente a la familia solanácea, posee raíz pivotante, tallo erguido de hasta 2,5 m del cual se desprenden hojas pinnadas compuestas con un foliolo terminal y ocho grandes folíolos laterales, tiene una flor perfecta, regula e hipógina sus frutos son generalmente rojos (AAIC, 2003).

De acuerdo con AAIC (2003) afirman que el tomate riñón es una de las hortalizas que se cultivan alrededor de todo el mundo por su gran porcentaje de contenido nutricional y demanda del consumo por parte de la población es diaria; además es una hortaliza que se puede cultivar en campo abierto, bajo cubierta o invernadero y ultimadamente bajo el sistema hidropónico.

El tomate riñón al ser cultivado en condiciones bajo cubierta proporciona una ayuda que permite obtener una excelente productividad del cultivo y a disminuir la incidencia de enfermedades e insectos, con relación a campo abierto, en cambio por la siembra continua del mismo cultivo (monocultivo) se incrementa la presencia enfermedades que bajan la producción y rendimiento del mismo (AGRIOS, 1998).

#### 2.2. Importancia del cultivo de tomate

Según Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2011) manifiesta que, el tomate riñón es una de las hortalizas que se consume a nivel local con un promedio de cuatro kilogramos al año y se cultiva 3.000 hectáreas de tomate riñón con una producción de 426 toneladas al año, los mayores productores están ubicados en diferentes provincias como; Santa Elena, Azuay, Imbabura y Carchi, esto hace que los productores de esta hortaliza cultiven de forma permanente para poder abastecer al mercado local. El tomate riñón es una de las familias solanáceas que se cultiva en el mundo de manera muy extensa después de la papa, ya que su consumo es demandante en fresco y se ocupa para la industrialización (Burgo, 2014).

En el Ecuador el cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) es uno de los cultivos más importantes se cultiva bajo invernadero a gran escala, por ser una de las

hortalizas que se realiza el consumo masivo, las condiciones que conllevan a cultivarse aumenta debido a su alta producción y rentabilidad, por tal razón, este tipo de cultivo es una alternativa y un rubro para la economía actual de las familias del país (AAIC, 2003).

El tomate riñón en la actualidad el cultivo se ha incrementado, principalmente en la zona norte del país ya que se está sembrando semillas híbridas permitiendo elevar más el rendimiento y producción, dejando a un lado otras variedades que se habían sembrado, esto permite realizar la siembra de variedades nuevas que brindan mejores características de adaptación y mejores rendimientos (Llerena, 2007). Realmente en la actualidad no existe estudios que proporcione información técnica a los agricultores de las semillas adecuadas para la siembra, todavía no se define cual es el comportamiento de las variedades híbridas presentes en el medio, esto se debe a que cada día presentan variedades de tomate, para esto, se debe realizar estudios permanentes de variedades que salen al mercado e ir definiendo los comportamientos ante la siembra.

### **2.3. Características del cultivo**

Burgos (2014) señala que, la duración del ciclo del cultivo del tomate está determinada de acuerdo con las variedades sembradas y por las condiciones climáticas de la zona, en la cual se establece el cultivo. La fase de desarrollo vegetativo de la planta comprende cuatro sub etapas que inician desde la siembra en semillero, seguida de la germinación; posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante a campo, con una duración aproximada de 30 a 35 días.

Posteriormente se produce la fase reproductiva que incluye las etapas de floración (que se inicia a los 25 – 28 días después del trasplante), de formación del fruto y de llenado de fruto, hasta la madurez para su cosecha, la cual se inicia en el primer racimo entre los 85 a 90 días después del trasplante. La etapa reproductiva tiene una duración de 180 días, aproximadamente. El ciclo total del cultivo es de aproximadamente siete meses (Burgos, 2014).

### **2.4. Fenología del cultivo**

De acuerdo con Bastida (2012) afirma que, el crecimiento y desarrollo del tomate riñón en la actualidad está dependiendo de nuevas tecnologías a nivel mundial y local en el sector agropecuario que tiene como objetivo fundamental incrementar la producción y

rendimiento por unidad de superficie, por lo tanto, en hidroponía la planta al estar en condiciones imponderables para el desarrollo fenológico presenta características óptimas de crecimiento. Por otro lado, Brito (2008) el cultivo de tomate riñón en las diferentes etapas fenológicas no varían significativamente, en especial para los sectores donde se puede cultivar bajo invernadero ya que los factores climáticos están controlados.

#### **2.4.1. Temperatura.**

Brito (2008) manifiesta que las temperaturas propensas a los 30 – 35 °C desfavorecen el fructificación y al desarrollo en general del cultivo además el sistema radicular en ciertas ocasiones puede detener el desarrollo del mismo. Por otro lado, temperaturas altas entre 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación puede ser nula, la maduración del fruto está muy influida por la temperatura ya que es un factor que interviene directamente con los frutos.

Los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 – 30 °C durante el día y 15 – 18 °C durante la noche. Temperaturas de más de 35 °C y menos de 10 °C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto, aunque puede haber diferencias entre cultivares, ya que las casas productoras de semillas, año con año, mejoran estos aspectos a nivel genético, por lo que hoy en día podemos encontrar variedades que cuajan perfectamente a temperaturas altas Burgos, (2014). El tomate prospera bien en un clima cálido y soleado. La temperatura óptima promedio mensual para su desarrollo se encuentra entre 20 y 28 °C, arriba de los 28 °C se retarda, los frutos no cuajan bien y al desarrollarse se tornan amarillentos (Amaguaña, 2009).

La planta de tomate es de origen tropical, requiere de temperaturas sensiblemente elevadas para garantizar un ciclo completo de vegetación y obtener frutos de maduración completa es así que la temperatura óptima para un desarrollo efectivo oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 14 a 17 °C durante la noche, esto se puede controlar en el invernadero (Brito, 2008).

#### **2.4.2. Humedad relativa**

Burgos (2014) explica que, la humedad óptima para el tomate riñón oscila entre 60 -70% dentro de este rango el cultivo tiene excelente desarrollo para garantizar su producción y rendimiento, temperaturas relativamente inferiores a los valores mencionados; el cultivo



presentará serios inconvenientes ocasionando desordenes fisiológicos en la planta y como consecuencias bajará el rendimiento y la producción esperada (AAIC, 2003).

La humedad relativa del tomate riñón bajo invernadero es ideal en porcentajes de 50 a 60 %; en tal sentido que, si sobrepasa de este rango se debería controlar con una buena ventilación. La inexactitud de humedad relativa se podría controlar mediante frecuencias de riego o nebulización de agua, por ende, hay que manejar la humedad de forma correcta para no alterar los procesos fisiológicos. Así mismo, si el ambiente dentro de un invernadero se encuentra seco los órganos reproductores del tomate riñón, (la flor) sufre una deshidratación por lo que existe inconvenientes al momento de la fecundación, por el contrario, ambientes húmedos provocan apelmamientos de polen lo que conlleva a no inducir la fecundación (Bastida, 2012).

#### **2.4.3. Luminosidad**

Según AAIC (2003) manifiesta que la luz es otro de los factores muy importantes para llevar a cabo los procesos fisiológicos en las plantas, en ocasiones las iluminaciones limitadas en el invernadero dificultan crear un microclima favorable para el óptimo desarrollo de las plantas esto va a depender de las densidades de siembra. Del mismo modo Burgos (2014) señala que, el tomate es un cultivo el cual no se ve afectado por el fotoperiodo o largo del día, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación.

La planta de tomate es muy exigente en lo que respecta a radiación solar en épocas o condiciones de baja irradiación durante el desarrollo del tomate se prolonga significativamente (Bastida, 2012).

### **2.5. Manejo del cultivo**

#### **2.5.1. Semillero**

El cultivo del tomate se utiliza plantas germinadas en semilleros, no siendo común la siembra directa que se emplea en algunos casos de cultivo extensivo. A los 30 – 35 días de la siembra, las plántulas tienen un tamaño de 10 – 15 cm. con 6- 8 hojas verdaderas ya formadas, momento que está en condiciones del trasplante al terreno (Amaguaña, 2009).

### **2.5.2. Preparación del terreno**

Una labor muy importante que se recomienda es realizar el arado de ser necesario con profundidad de 40 cm para permitir un adecuado desarrollo radicular y un buen drenaje. También se debe hacer un buen pase de rastra, para romper terrones y nivelar el terreno de esta manera facilitar la formación de camas, surcos o líneas en donde se efectuará el trasplante (Amaguaña, 2009).

### **2.5.3. Trasplante**

Según Burgos, (2014) menciona que, las condiciones óptimas para realizar el trasplante de plántulas de tomate son las siguientes:

- Cuando la planta tenga entre tres a cuatro hojas bien formadas, o cuando su altura esté entre los 10 a 15 cm.
- Uniformidad entre plántulas en la bandeja de propagación.
- Las hojas de las plántulas deben estar bien desarrolladas, de color verde y erecto.
- Las plántulas deben presentar una coloración ligeramente púrpura en la base del tallo y debajo de las hojas.
- Plántulas bien nutridas, sin deficiencia de fósforo; esta se reconoce por la presencia de un intenso color púrpura en la superficie de las hojas.
- Las plántulas deben presentar raíces blancas y delgadas, que llenen toda la celda de arriba y abajo. Las plántulas con raíces de color marrón o que no se extiendan hacia la parte inferior.

### **2.5.4. Fertiirrigación en el cultivo bajo invernadero**

Según Burgos (2014) sostiene que la finalidad de conocer el ritmo de absorción de los micronutrientes a lo largo del período vegetativo del tomate, varios estudios han sido realizados a nivel de distintos países, llegándose a concluir que el nitrógeno, el fósforo y el potasio mantienen una tendencia ascendente hasta la cosecha, requiriendo más nitrógeno y fósforo en las primeras fases y más potasio en las fases subsiguientes. Así mismo, Ramírez (2013) explica que la fertilización en lo posible se debe hacer con el riego, en general, para el cultivo de tomate bajo invernadero se recomiendan las siguientes cantidades: nitrógeno: 300 kg/ha; fósforo: 400 kg/ha, y potasio: 600 kg/ha.

Según Ramírez (2013) para obtener una producción eficiente dentro del cultivo de tomate requiere que siempre haya una disponibilidad de agua durante el transcurso de su desarrollo y producción, para ayudar a la formación de azúcares y mantener las células en buenas condiciones, se estima que la planta de tomate necesita un litro de agua diario durante la etapa de producción.

De acuerdo con Ramírez, (2013) el consumo de agua aproximado por planta es de 1,5 a 2 litros/día, variando independientemente de la zona, condiciones y sistemas de producción donde se desarrolla el cultivo.

#### **2.5.5. Podas**

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse tres y hasta cuatro tallos (Burgos, 2014).

#### **2.5.6. Tutorado**

Esta práctica es propicia para una mejor aireación del cultivo, facilita el control fitosanitario permitiendo obtener frutos más limpios y sanos. Cuando la planta alcanza 25-30 cm se inicia el tutorado de los ejes, para el efecto se usa una paja plástica que va tensada a un alambre colocando la hilera de plantas a una altura de 2,5 m (Amaguaña, 2009).

### **2.6. Principales enfermedades del cultivo**

A continuación, se procederá a analizar las principales enfermedades que tienen impacto de importancia económica.

#### **2.6.1. Enfermedades bacterianas:**

*Pseudomonas*, Agente causal: (*Pseudomonas spp.*) causales de la enfermedad: Humedad relativas altas, temperaturas relativas bajas entre 15° - 20 °C y agua libre sobre el tejido. Penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce.

*Xanthomonas*, Agente causal: (*Xanthomonas spp.*) causales de la enfermedad: Humedad relativas altas, temperaturas relativas medias entre 20° - 30 °C agua libre sobre el tejido. Penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce.

Cáncer bacterial, Agente causal: (*Clavibacter michiganensis*.) Causales de la enfermedad: Humedad relativas altas Temperaturas relativas bajas entre 18° y 25 °C agua libre sobre el tejido, penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce. (Urbina, 2009).

#### **2.6.1.1. Medidas de manejo para enfermedades bacterianas**

- **Cultivos al aire libre.** - Evitar agua libre sobre las plantas en almacigueras (ventilación), desinfección de contenedores donde se elaboren las plantas, aplicaciones preventivas de cobre al follaje, especialmente después de precipitaciones o condiciones favorables para la enfermedad.
- **Cultivos bajo invernadero.** - Evitar agua libre sobre las plantas (ventilación), realizar aplicaciones preventivas de cobre al follaje especialmente después de precipitaciones o condiciones favorables para la enfermedad, no trabajar las plantas con el follaje mojado, desinfección de manos y herramientas al final de cada hilera, trabajar el invernadero en forma sistemática.

#### **2.6.2. Enfermedades fungosas:**

##### **2.6.2.1. Alternaria**

Agente causal: (*Alternaria alternata*.) Causales de la enfermedad, exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 10° - 25 °C, suelos infectados y agua libre sobre el tejido. Penetración: A través de las hojas, heridas en el follaje y salpicadura del suelo. (Urbina, 2009).

##### **2.6.2.2. Fusarium**

Agente causal: (*Fusarium spp*) Causales de la enfermedad: Sobrevive en el suelo por (*clamidiosporas*), amplio rango de temperaturas, plantaciones tempranas, suelos infectados, rápida recolonización de suelos desinfectados, sustratos sin desinfectar, estrés de las plantas (hídrico o térmico), desplazamiento por agua y viento y alta diversidad de cepas. Penetración: Directamente a nivel de cuello y/o raíces en plantas recién trasplantadas y que son sometidas a un estrés. Medidas de control: Plantines en buena condición, aplicaciones preventivas post trasplante a nivel del cuello, identificación de sectores de incidencia de la enfermedad, 39 suelos con buen drenaje, incorporaciones de materia

orgánica compostada, evaluación de tricotermas, riego oportuno y eficiente, fertilización balanceada y variedades tolerantes y con un sistema radicular vigoroso (Urbina, 2009).

#### **2.6.2.3. *Rizoctonia***

Agente causal: (*Rhizoctonia solani*.) Causales de la enfermedad, exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 15° - 25 °C y suelos infectados. Penetración: A través de las hojas, heridas en el follaje y salpicadura del suelo. Medidas de control. plantines en óptimo estado, aplicación de enmiendas orgánicas compostadas, desinfección de sustratos, desinfección de suelos (métodos físicos y químicos), ventilación, aplicación de fungicidas dirigidos al cuello, eliminación total de plantas enfermas y de restos de cultivo. (Urbina, 2009).

#### **2.6.2.4. *Tizón tardío***

Agente causal: (*Phytophthora infestans*.) Causales de la enfermedad, exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 10° - 25 °C y suelos infectados. Penetración: Principalmente a través de hojas y salpicaduras de lluvia. Medidas de control: Evitar agua libre a nivel del follaje, manejo de deshoje y desbrote, fertilización balanceada, eliminación de restos de poda o rastrojos, evitar dispersión intra e inter predial, aplicaciones periódicas de tipo preventivo de fungicidas de contacto (Mancozeb, Benomilo, Cúpricos o Azufre) (Urbina, 2009).

#### **2.6.2.5. *Tizón al cuello***

Agente causal: (*Phytophthora nicotianae var parasitica*.) Causales de la enfermedad: Exceso de humedad a nivel del suelo, temperaturas entre 10° - 25 °C y suelos infectados. Penetración: Principalmente a través del cuello y raíces muertas. Medidas de control: Evitar agua libre a nivel del cuello, alejar las cintas de riego, eliminar plantas con > 50% de anillado, aplicaciones periódicas de fungicidas de contacto (Mancozeb, Clorotalonil o Cúpricos) especialmente al cuello, incorporación de MO y rotación de cultivos (Burgos, 2014).

#### **2.6.2.6. Raíz corchosa**

Agente causal: (*Pyrenochaeta lycopersici*.) Causales de la enfermedad, gran variedad de hospederos, temperaturas entre 15° - 30 °C, mono cultivo de solanáceas, alta dispersión en el perfil de suelo y contaminación interpredial. Penetración, inmediatamente después del trasplante, contacto directo patógeno – raíz. Medidas de control: Evitar riegos excesivos, plantines en óptimo estado, enmiendas orgánicas compostadas, evaluación de Tricodermas, desinfección de sustratos, y suelos (métodos biológicos, físicos y químicos), eliminación total de plantas enfermas y restos del cultivo (Urbina, 2009).

#### **2.7. Enfermedades virales:**

Virus de hojas amarillas en cuchara (TYLC), Virus Mosaico del Tabaco (VMT), Virus de Bronceado del Tomate TSWV

Medidas de prevención: Plantines vigorosos, evitar ataques de insectos vectores, eliminación de plantas con síntomas, fertilización balanceada, eliminación de restos de cultivos (compostaje), realizar un buen control de malezas y exigir certificado de sanidad de la plantinera (Urbina, 2009).

#### **2.8. Principales plagas del cultivo**

##### **2.8.1. Mosca blanca**

Es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a su capacidad de vuelo, siendo considerada una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia cuyo daño principal asociado a esta plaga se relaciona con el debilitamiento de las plantas, deterioro de la calidad de frutos por secreciones azucaradas que originan fumagina, reducción de la capacidad fotosintética de las hojas y transmisión de virus. (Urbina, 2009).

##### **2.8.2. Polilla del tomate**

Es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la alta capacidad de vuelo, los ciclos de postura de la hembra y que se debe considerar una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de supresión permanentes. El daño principal asociado a esta plaga se relaciona con la acción de las larvas, las que una vez eclosadas, penetran a las hojas nuevas, donde se alimentan del mesófilo. (Urbina, 2009).



### **2.8.3. Nemátodos**

Es un endoparásito sedentario, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la dispersión por actividades de labranza y plantas contaminadas, además de desplazarse a través del agua de riego. El daño principal asociado a esta plaga se relaciona con la formación de nódulos en las raíces, las cuales restringen el paso de agua y nutrientes a la planta, provocando un escaso desarrollo, debilitamiento generalizado y un aspecto de deshidratación y una severa reducción de la producción, tanto en cantidad como en calidad. Además, se le asocia la transmisión de ciertos virus y también favorece el ataque de hongos saprofitos (Urbina, 2009).

### **2.9. Madurez y cosecha**

Para Escalona (2009) el primer paso en la vida postcosecha de un fruto de tomate es el momento de la cosecha. Para los frutos de tomate destinados a consumo en fresco la cosecha se realiza manualmente, por lo que la decisión de si el producto ha alcanzado la madurez correcta para la cosecha depende del criterio del cosechador. La madurez del tomate al momento de la cosecha determina su vida de almacenamiento y calidad, y afecta la forma en que deben ser manipulados, transportados y comercializados. Por lo tanto, en tecnología postcosecha es esencial comprender el significado y forma de medir la madurez del fruto. Los frutos deben ser cosechados con una madurez adecuada, con un mínimo daño y pérdidas, y tan rápidamente como sea posible y a un mínimo costo.

En el momento de la cosecha, del 5 al 10% de los frutos deben tener color rosado o amarillo, éstos se envasan como frutos “maduros en planta”. La cosecha de los tomates en este momento maximiza la proporción de los frutos verde-maduros que pueden madurar y alcanzar la calidad aceptable para consumo y minimizar la cosecha de frutos inmaduros.

### **2.10. Variedades**

Según AAIC (2003) manifiesta que, el cultivo de tomate riñón bajo invernadero requiere híbridos de alta producción por lo que es recomendable utilizar variedades que cumplan altos estándares de producción, para poder seleccionarlos se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Que posean características de híbrido comercial: vigor de planta, fruto grande y duro en postcosecha, resistencia a enfermedades y alto en producción.

- Que tenga aceptación en el mercado.
- Que se adapte a las condiciones del clima, suelo y calidad de agua de riego.

INIAP (2007) señala que la producción de tomate bajo invernadero o cubierta se basa principalmente en la siembra de variedades híbridas; estas semillas son desarrolladas por mejoradores genéticos especialistas y vendidas por compañías comerciales. Las ventajas de las semillas híbridas son su muy alto vigor, buena uniformidad, alta producción y calidad.

Según AAIC (2003) afirma que, cultivos bajo invernadero es mejor utilizar variedades híbridas de crecimiento indeterminado que posean las características mencionadas. A pesar de que existe un sin número de variedades presentes en nuestra zona no todas pueden ser cultivadas en diferentes pisos altitudinales, ya que cada una tiene diferente comportamiento, a partir de estudios realizados se puede evaluar las características y comportamientos que poseen cada híbrido.

Tomando en cuenta varios aspectos de las variedades a continuación se detallan algunas características de las variedades a utilizar en el ensayo:

#### **2.10.1. Tomate híbrido Sena**

Es una variedad de tipo redondo, crecimiento indeterminado, poco follaje, tallos finos y con muy buena capacidad de carga (desde abajo); planta alto de vigor y buena distancia de entre nudos. Tiene muy buena cuajada de frutos y alto potencial de rendimiento. También presenta buen comportamiento en invernadero, el fruto de forma redondo levemente achatado en los polos, con buen cierre pistilar. Se adapta muy bien a sistemas de producción a campo abierto e invernadero. Presenta un buen potencial de rendimiento (BAYER CropScience, 2015).

#### **2.10.2. Tomate híbrido Sheyla Victory**

Híbrido de crecimiento indeterminado, con excelentes resultados en cultivo a campo abierto e invernadero, las plantas son compactas, entrenudos cortos y alta uniformidad en el racimo, frutos de color rojo intenso, grandes, firmes y una excelente conservación, alto nivel de resistencia a plagas y enfermedades (SAKATA, 2015).

### **2.10.3. Tomate híbrido Tosmar (1062)**

Híbrido indeterminado vigorosa, se adapta en invernadero o campo abierto, en especial para clima templado. Producción concentrada con frutos de color rojo intensa extra firmes, excelente calibre que facilita la transportación y comercialización. (ALASKA S.A Importadora, 2015).

### **2.10.4. Tomate híbrido Semiramis**

Híbrido indeterminado, excelente vigor, alto rendimiento, larga vida óptimo desempeño en invernadero, alta resistencia, amplia adaptación del cultivo en las diferentes zonas del país. Excelente cuaje de frutos, coloración y uniformidad de frutos con un peso promedio de 260 gr y frutos uniformes.

## **2.11. Sistemas de cultivo hidropónico.**

El sistema hidropónico tiene un sentido muy amplio, en tal ocasión donde se puede establecer un cultivo sin suelo. Este sistema de cultivo permite sembrar en grandes o pequeñas escalas sin necesidad de obtener suelo, es un método donde se puede cultivar productos vegetales, hortalizas y otros cultivos, en diferentes sustratos inertes donde la humedad se la pueda controlar; es decir, no es necesario el uso del suelo para poder producir dichos cultivos (Pinto, 2001).

Una de las ventajas al realizar la implementación de la hidroponía, conlleva a que los productores obtengan muchos beneficios ya que es posible que la producción incrementada de hecho, al manejar de forma correcta este sistema los productores se verán reflejados al momento que se haga la cosecha y por lógica se obtendrá más ingresos económicos (Bastida, 2012).

Al obtener bajos rendimientos de producción en hortalizas el tomate riñón, es un indicador que se puede dar cuenta que es necesario adoptar nuevas formas de producción; utilizando la hidroponía e invernaderos, estableciéndose como una buena alternativa para producir productos de buena calidad, el sistema hidropónico bajo invernadero admite conseguir rendimientos altos en comparación con los cultivos tradicionales. Del mismo modo es preciso el uso de nuevas alternativas y técnicas que obtengan ser implementadas en pequeñas áreas en donde se logre obtener con ellas la suficiente producción para el sustento de las familias (Bastida, 2012).

Brito (2008) menciona que antes de optar por un sistema determinado conviene analizar los factores de mayor influencia y elegir el de mejor comportamiento. Así, las fuertes oscilaciones térmicas día/noche, temperaturas extremas acusadas (máximas y mínimas) y ausencia de cualquier control climático en el invernadero, nos orienta a la elección de sustratos voluminosos y de porosidad gruesa (buena aireación) que por su mayor inercia térmica tendrán un mejor comportamiento en estas condiciones. Si contamos con calefacción de raíz, serán más convenientes los sustratos más húmedos, de pequeño volumen, más fáciles de calentar.

### **2.11.1. Importancia de la hidroponía**

Colón (2009) Manifiesta que la hidroponía es considerada como un sistema de producción agrícola que tiene gran importancia dentro de los contextos ecológicos, económicos y sociales. Dicha importancia se basa en la gran flexibilidad del sistema, es decir, por la posibilidad de aplicarlo con éxito bajo distintas condiciones y para diversos usos.

Además, Colón (2009) resalta múltiples ventajas de los cultivos hidropónicos respecto de la agricultura tradicional en tierra. Entre los extraordinarios logros que se obtienen con esta técnica principalmente la producción y rendimiento incrementa.

### **2.11.2. Sistemas hidropónicos con sustratos**

El sustrato es un material donde sirve como anclaje para las plantas es aquí en este medio las plantas van a poder fijar sus raíces y absorber los nutrientes y el agua que necesitan para poder crecer y desarrollar durante todo el ciclo vegetativo (Pinto, 2001).

Brito (2008) menciona que existen sistemas de producción y diseños hidropónicos en donde varios cultivos se pueden emplear, utilizando de manera correcta los sistemas de riego (goteo, subirrigación, circulación de la solución nutritiva, tuberías de exudación); sustratos empleados (agua, materiales inertes, mezclas con materiales orgánicos); tipo de aplicación fertilizante (disuelto en la solución nutritiva, empleo de fertilizantes de liberación lenta aplicados al sustrato, sustratos enriquecidos). Los sustratos inertes son más fáciles de manejar que los que tienen algún tipo de actividad, pues las respuestas a cualquier actuación son inmediatas y sin comportamientos extraños.

### **2.11.3. Sustratos**

El sustrato por utilizar depende de propiedades físicas y químicas lo cual proporciona un mejor nivel de humedad oxigenación circulación de los macro y micro nutrientes en donde la planta logre desarrollar de forma adecuada (Pinto, 2001).

Los sustratos inertes son más fáciles de manejar que los que tienen algún tipo de actividad, pues las respuestas a cualquier actuación son inmediatas y sin comportamientos extraños. Las técnicas de cultivo del tomate han experimentado cambios rápidos y notables durante las últimas cuatro décadas. La utilización de invernaderos con cobertura plástica, sistemas sencillos de control climático, equipos de riego y fertilización automatizados, etc., se han difundido ampliamente con el fin de mejorar el crecimiento y el desarrollo de la planta de tomate, consecuentemente, de aumentar la productividad e incrementar la calidad de los frutos (Brito, 2008).

Betancourt (2014) manifiesta que el cultivar en sustratos hidropónicos presenta varios beneficios como:

- Brindar un buen soporte físico a la planta y un fortalecimiento a las raíces.
- Buena capacidad de absorción de agua.
- Actúa como regulador de micro y macro nutrientes almacenándolos en su molécula hasta que la planta lo requiera.
- Brinda excelente aireación a las raíces de la planta.
- Agiliza la germinación, el crecimiento y desarrollo de la planta.

### **2.12. Análisis económico de presupuesto parcial**

Para Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988) una recomendación es información que el agricultor puede utilizar para mejorar la productividad de sus recursos. Puede considerarse que una buena recomendación es aquella acción que el agricultor, con sus recursos actuales escogería si contara con toda la información que los investigadores tienen. El agricultor puede utilizar una recomendación directamente como en el caso de una variedad determinada, o quizá tenga que ajustarla a sus condiciones y necesidades como en el caso del nivel de fertilizantes o de una técnica de almacenamiento. Los datos agronómicos en los que se fundamentan las recomendaciones deben corresponder a las condiciones agroecológicas del agricultor, y la evaluación de tales datos debe ser

coherente con sus objetivos y circunstancias socioeconómicas. El presupuesto parcial, es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. En él se observan los rendimientos medios, rendimientos ajustados, beneficios brutos, total de costos que varían, los beneficios netos, el análisis marginal y de dominancia para obtener la tasa de retorno marginal.

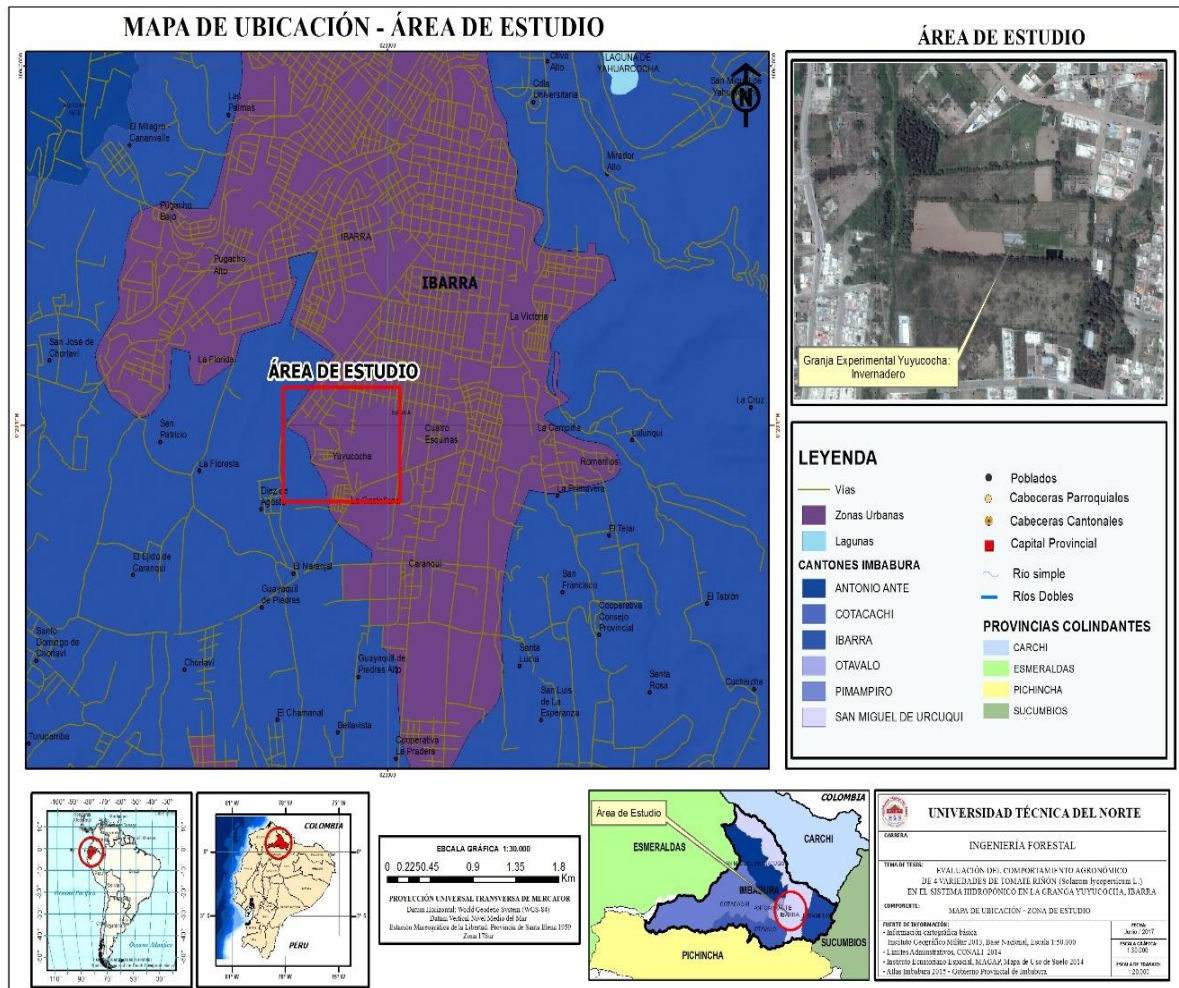
## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Caracterización del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero de la granja experimental Yuyucocha, ubicada en la parroquia Caranqui, cantón Ibarra.

##### 3.1.1. Ubicación geográfica



**Figura 1. Ubicación del ensayo**

**Elaborado por:** El autor

Provincia: Imbabura  
Cantón: Ibarra  
Parroquia: Caranqui  
Lugar: Granja Experimental Yuyucocha  
Altitud: 2228 m.s.n.m.  
Latitud: 00°21'53" N  
Longitud: 78°06'32" O

Fuente: INHAMI (2017)

### **3.1.2. Características climáticas**

Temperatura promedio anual: 18,4 °C  
Precipitación media anual: 750 mm  
Humedad relativa: 65%

Fuente: INHAMI (2017)

### **3.2. Materiales y equipos**

Los materiales y equipos utilizados en la presente investigación se mencionan y describen a continuación.

#### **3.2.1. Materiales de campo**

- Invernadero
- Cinta métrica
- Fundas de polietileno
- Letreros
- Balanza
- Mangueras de goteo
- Canastas
- Llaves de paso
- Pomina
- Cascarilla de arroz



- Cabuya plástica
- Tijera de podar
- Bomba de mochila
- Alambre
- Materiales de riego por goteo
- Tanque receptor de agua y solución

### **3.2.2. Equipos de oficina**

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Computador
- Impresora
- Hojas de impresión
- Esferográficos

### **3.2.3. Insumos**

- Soluciones nutritivas
- Insecticida
- Fungicida
- Fertilizantes foliares
- Fertilizantes hidrosolubles

### **3.2.4. Material vegetal**

Para ejecutar el experimento se utilizaron cuatro variedades de tomate riñón indeterminadas, donde tres variedades fueron conocidas comercialmente (Semiramis, Sheyla Victory, Sena) más una variedad que por el momento no conocida por los agricultores, pero se mantiene una codificación como Tosmar (1062) con características altamente productivas.

## **3.3. Métodos**

### **3.3.1. Factores en estudio (hidroponía y suelo)**

a) *Variedades de tomates*

- |                   |     |
|-------------------|-----|
| 1. Semiramis      | V-1 |
| 2. Sheyla Victory | V-2 |
| 3. Tosmar (1062)  | V-3 |
| 4. Sena           | V-4 |

b) *Sistemas de siembra*

- |               |   |
|---------------|---|
| 1. Hidroponía | H |
| 2. Suelo      | S |

### 3.3.2. Tratamientos

Se evaluaron 8 tratamientos (Tabla 1), correspondientes a los sistemas de siembra hidropónica y suelo y a las variedades de tomate riñón en estudio.

**Tabla 1.** Tratamientos evaluados.

Tratamiento	Sistema	Variedades	Interacción	Código
T1	H	1 Sena	H x V1	H V1
T2	H	2 Sheila Victory	H x V2	H V2
T3	H	3 Tosmar (1062)	H x V3	H V3
T4	H	4 Semiramis	H x V4	H V4
T5	S	1 Sena	S x V1	S V1
T6	S	2 Sheila Victory	S x V2	S V2
T7	S	3 Tosmar (1062)	S x V3	S V3
T8	S	4 Semiramis	S x V4	S V4

**Elaborado por:** El autor

### 3.3.3. Diseño experimental

Para evaluar los datos del comportamiento agronómico y rendimiento de las variedades de tomate riñón se utilizó el diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones; donde los sistemas hidropónicos y suelo fueron las parcelas grandes y las variedades de tomate riñón las parcelas pequeñas.

### **3.3.4. Características de la unidad experimental:**

Bajo invernadero:

Tratamientos: 8

Repeticiones: 4

Total, de unidades experimentales: 32

Características de la unidad experimental:

- Forma: rectangular (camas y fundas hidropónicas)
- Largo: 3,5 m
- Ancho: 0,50 m
- Área total: 1,75 m<sup>2</sup> (3,5 m x 0,50 m)
- Área de la parcela neta: 1,25 m<sup>2</sup>.

Se consideró como parcela neta a cinco (5) plantas centrales en cada unidad experimental tanto en fundas hidropónicas como en suelo, las características se detallan a continuación:

- Separación entre parcelas: 0,50 m, entre tratamiento
- Separación entre repeticiones (calles): 0,75 m
- Área total del ensayo: 131,75 m<sup>2</sup> (8,5 m x 15,50 m)

Las plantas estuvieron establecidas en fundas de polietileno de 50 cm de diámetro por 60 cm de altura, las mismas que contenían sustratos de pómida y cascarilla de arroz en mezcla de 50% cada una. Las fundas con las plantas se ubicaron en línea recta dentro del invernadero, tomando en cuenta el espacio para la siembra de cada variedad de tomate en el suelo, de acuerdo con la aleatorización de los tratamientos.

### 3.3.5. Análisis estadístico

#### - *Análisis de varianza*

**Tabla 2.** Esquema del análisis de varianza ADEVA

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Total	31
Bloques	3
Sistemas de siembra	1
Error (A)	3
Variedades de tomate	3
Interacción (FA)(FB)	3
Error (B)	18

**Elaborado por:** El autor

#### - *Prueba de significancia*

Se determinó el coeficiente de varianza y la prueba Fisher al 5 % para identificar significación en las variables en estudio.

### 3.4. Variables a evaluar

#### 3.4.1. Altura de planta

Esta variable se midió a los 40, 80 y 120 días a partir del trasplante de las plántulas. Las mediciones se realizaron con un flexómetro, desde la base del tallo hasta el ápice vegetativo de la planta y expresado en centímetros (Llerena, 2007).

#### 3.4.2. Días a la floración

Fueron los días transcurridos desde el trasplante de las plántulas en las fundas hidropónicas y suelo, hasta el apareamiento de las primeras flores en la parte inferior, media y superior de las variedades de tomate de mesa.

### 3.4.3. Días a la formación del futo

Fueron los días transcurridos desde el trasplante de las plántulas en las fundas hidropónicas y suelo, hasta el aparecimiento de los primeros frutos pequeños en la parte inferior, media y superior de las variedades de tomate de mesa.

### 3.4.4. Días al inicio de la cosecha

Se registraron los días desde el trasplante de las plántulas en las fundas hidropónicas y suelo, hasta cuando los frutos presentaron el grado de madurez fisiológica (coloración tres cuartos pintón) de acuerdo con la siguiente escala (tabla 3).

**Tabla 3.** Grados de madurez para la recolección de frutos de tomate riñón

Grado de madurez	Color %	
	verde	rojo
<b>1</b>	100	0
<b>2</b>	75	25
<b>3</b>	50	50
<b>4</b>	25	75
<b>5</b>	0	100

**Fuente:** Fánor y Aguilar (2008)

### 3.4.5. Números de frutos por planta

Fue la colecta de todos los frutos/planta fue realizada hasta cumplir con los doce pisos de producción de la planta.

### 3.4.6. Clasificación y número de frutos por categorías

Los frutos cosechados se contaron, pesaron y clasificaron en frutos de primera, segunda y tercera categoría (Tabla 4).

**Tabla 4.** Clasificación de los frutos

<b>Denominación</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>Primera</b>	mayor de 200
<b>Segunda</b>	entre 100 y 199
<b>Tercera</b>	menor de 99

**Fuente:** Montenegro y Guzmán (2002)

#### **3.4.7. Calibre de frutos**

Se seleccionaron al azar 5 frutos por cada parcela neta, a los cuales se midieron su diámetro con un calibrador digital y su grosor fue expresado en milímetros.

#### **3.4.8. Rendimiento**

Se cosecharon todos los frutos de la parcela neta (5 plantas) de cada tratamiento y sus pesos se expresaron en kilogramos por hectárea.

#### **3.4.9. Análisis económico**

El análisis de presupuesto parcial se realizó con los datos de rendimientos y costos obtenidos en cada uno de los tratamientos en estudio. La metodología utilizada fue la de presupuesto parcial generado por CIMMYT, (1998).

### **3.5. Manejo específico del experimento**

#### **3.5.1. Selección del sitio**

El estudio se realizó en el invernadero ubicado en la Granja Experimental Yuyucocha, en un área de 102 m<sup>2</sup> (8,5 m x 12 m).

#### **3.5.2. Adecuación del sitio**

Se realizó la limpieza externa e interna del invernadero en forma manual, aplicando un herbicida para controlar malezas de hoja delgada y ancha. Para la instalación de los tratamientos se niveló el terreno.

#### **3.5.3. Preparación del sustrato hidropónico**

El sustrato fue una combinación entre pomina y cascarilla de arroz en una proporción de 50:50. Los sustratos fueron lavados con abundante agua para eliminar agentes

contaminantes y precautelar la sanidad de las plantas, luego se desinfectaron con una solución de vitavax (1 ml/litro de agua); en el suelo, se aplicó la solución con una bomba manual de mochila (100 ml de carboxín + captan en 100 litros de agua).

#### **3.5.4. Fundas hidropónicas**

Para el ensayo se utilizó fundas de polietileno de un diámetro de 50 cm de ancho y 60 cm de alto, mismas que se llenaron con el sustrato previamente preparado. Finalmente, estas fueron distribuidas a una distancia de 20 cm de separación y formar la unidad experimental con 7 plantas.

#### **3.5.5. Preparación de camas**

Se levantaron camas dentro del invernadero para poder comparar el comportamiento de las variedades en estudio con el sistema hidropónico. El área de la cama fue de 0,50 m de ancho por 3,50 m de largo.

#### **3.5.6. Construcción del sistema de riego**

Se implementó un sistema de riego por goteo, para lo cual se construyó una estructura de madera de 3 m de altura dentro del invernadero. Sobre esta estructura se ubicó un tanque de 1000 litros donde se preparó la solución nutritiva. En la salida del tanque se colocó un filtro al que se conectó una manguera primaria de tres cuartos para la conducción de agua. Para distribuir a las parcelas experimentales se realizaron conexiones secundarias con mangueras de 65 mm desde la manguera primaria y extendidas a lo largo de las unidades experimentales tanto en fundas hidropónicas como en el suelo.

#### **3.5.7. Adquisición de variedades**

En la empresa Plantines Alvert se obtuvieron plantines de las variedades Sena, Sheyla Victory, Tosmar (1062) y Semiramis, de 10 cm de altura y con buena formación de raíces, tallos y hojas verdaderas.

#### **3.5.8. Trasplante**

Antes del trasplante, las raíces de los plantines fueron desinfectados en una solución de vitavax (1 ml/litro de agua) y luego, fueron sembrados manualmente en las fundas hidropónicas y en el suelo.

### 3.5.9. Preparación de soluciones nutritivas

Previo a la preparación nutritiva, se realizaron pruebas de funcionamiento del sistema de riego e infiltración de agua en las fundas hidropónicas y suelo, para determinar el tiempo y frecuencia de riego. La frecuencia de riego fue de 10 minutos y 100 litros de solución para los dos sistemas, esto se realizó diariamente tomando en cuenta que la solución se regó en la mañana y por la tarde el riego era solamente con agua. La solución nutritiva se preparó de acuerdo con los requerimientos nutritivos del cultivo bajo el sistema hidropónico, utilizando fertilizantes hidrosolubles de fácil asimilación para las raíces de las plantas (Heuvelink, 2005).

### 3.5.10. Fertiirrigación

La solución nutritiva se preparó de acuerdo con las recomendaciones de Heuvelink (2005) señaladas en la Tabla 5. La fertiirrigación se realizó de acuerdo con la frecuencia establecida, es decir, 100 litros de solución durante 10 minutos en los dos sistemas de cultivo.

**Tabla 5.** Requerimiento de nutrientes para las diferentes etapas de desarrollo del tomate riñón

Fases de cultivo	Nutrientes (mg/l)													
	N	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	S	Cl
Requerimiento primeras 4 semanas después del trasplante	66,5	3,5	50	120	150	40	2,8	0,8	0,3	0,5	0,2	0,05	50	18
Requerimiento primeras 4- 6 semanas después del trasplante	180	10	50	400	190	75	0,8	0,55	0,3	0,5	0,05	0,05	120	18
Requerimiento normal después de las 6 semanas.	190	22	50	400	190	65	0,8	0,55	0,3	0,5	0,05	0,05	120	18
Última semana	210	22	50	420	190	75	0,8	0,55	0,3	0,5	0,55	0,05	120	18

**Fuente:** Heuvelink (2005).



**Tabla 6.** Fuentes nutritivas utilizadas durante el ciclo del cultivo

<b>Fertilizante</b>	<b>Total ciclo kg</b>
Fosfato monoamónico	1,96
Fosfato monopotásico	3,23
Nitrato de potasio	13,01
Nitrato de calcio	13,63
Cloruro de calcio	0,42
Sulfato ferroso	0,05
Sulfato de magnesio	5,08
Sulfato de manganeso	0,02
Sulfato de zinc	0,02
Sulfato de cobre	0,01
Bórax	0,01
Ácido fosfórico (85%)	112,5 cc

**Elaborado por:** El autor

### **3.5.11. Tutorado**

Se colocó alambre a lo largo y ancho dentro del invernadero, tomando en consideración las hileras de los tratamientos ubicados dentro del invernadero. Para el tutorado se utilizó cinta plástica de tutoraje de tomate riñón.

### **3.5.12. Controles fitosanitarios**

Los controles fitosanitarios se realizaron de acuerdo con la presencia de síntomas expresados por las plagas y enfermedades, entre las cuales se monitorearon mosca blanca, ácaros, pulgones y oídio (*Anexo 12*).

### **3.5.13. Cosecha**

La recolección de los frutos se ejecutó en forma manual dos veces a la semana en las 5 plantas de la parcela neta cuando el fruto alcanzó la coloración tres-cuartos pintón o madurez fisiológica grado 4.

#### **3.5.14. Clasificación**

Se utilizó una balanza graduada en gramos para clasificar los frutos en categorías de primera, segunda y tercera (Tabla 4); al mismo tiempo se separaron los frutos dañados, enfermos o con defectos fisiológicos.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar el efecto de los sistemas de cultivo y variedades en la producción de tomate de mesa, se empleó Modelos Generales Lineares Mixtos del Programa INFOSTAT versión 2015 (Grupo InfoStat, FCA, AR).

#### 4.1. Altura de planta

Una vez realizado el análisis de varianza, los resultados muestran que no hay interacción entre días, sistema de producción y variedad ( $F=1,21$ ;  $gl=6,453$ ;  $p=0,3007$ ) para la variable altura de plantas. Sin embargo, existe una interacción entre sistemas de cultivo y variedad ( $F=3,32$ ;  $gl=3,453$ ;  $p=0,0199$ ), así como entre días y variedad ( $F=11,96$ ;  $gl=6,453$ ;  $p=0,0001$ ) (Tabla 7).

**Tabla 7.** Análisis de varianza para la variable altura de planta de cuatro variedades en dos sistemas de producción

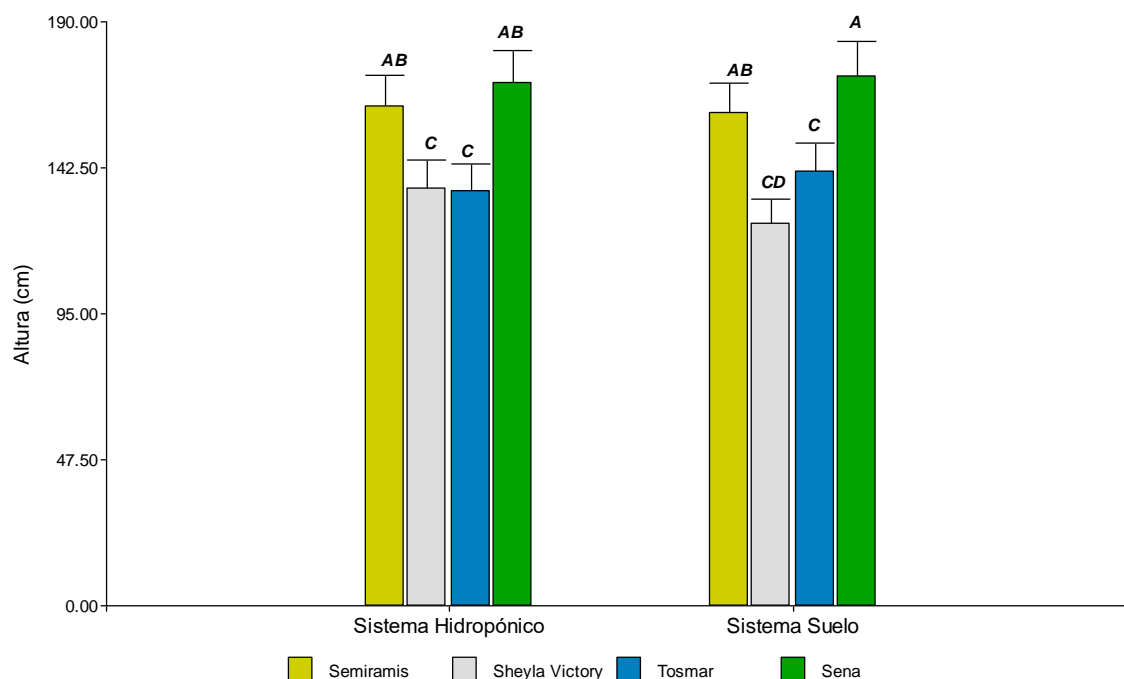
F.V.	GL <sub>T</sub>	GL <sub>E</sub>	Valor-F	Valor-p
Días	2	453	4329,61	0,0001 ns
SP	1	453	0,32	0,5748 ns
Variedad	3	453	80,09	0,0001 ns
Días: SP	2	453	1,36	0,2587 ns
SP: Variedad	3	453	3,32	0,0119 *
Días: Variedad	6	453	11,96	0,0001 *
Días: SP: Variedad	6	453	1,21	0,3007 ns

Cv:51,14

**Elaborado por:** El autor

*Nota* \*: Significativo al 5%; ns: no significativo

En la interacción sistemas de producción y variedades, se observó que las variedades Sena y Semiramis comparadas con las otras variedades en cada uno de los sistemas presentan mayor altura (*Figura 2, Anexo 1*).



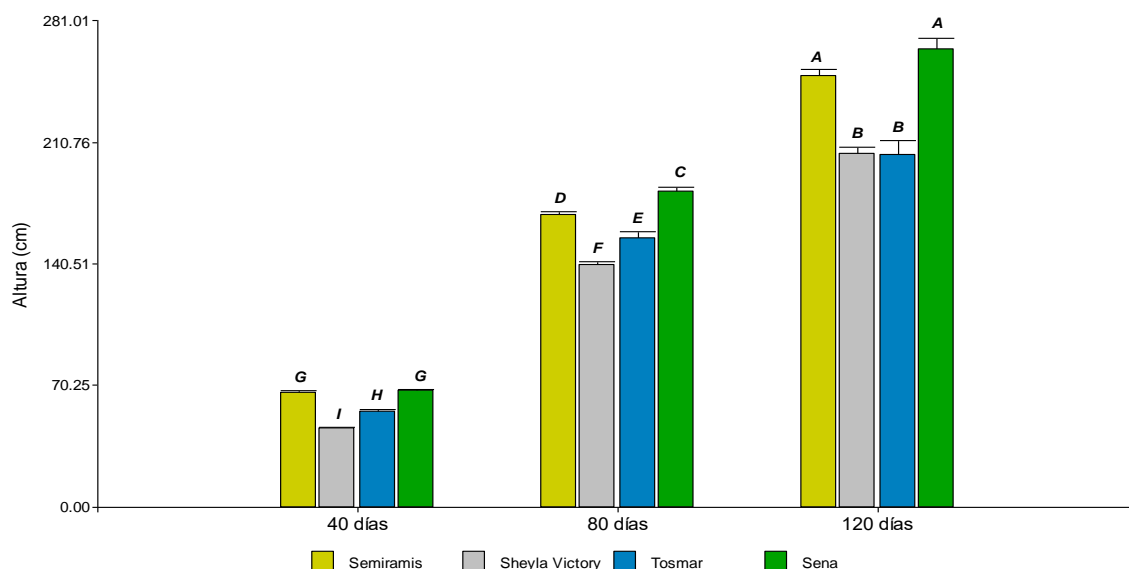
**Figura 2.** Altura de planta para la interacción entre sistema de producción y variedades de tomate de riñón

**Elaborado por:** El autor.

Reyes (2009), en su estudio de evaluación de comportamiento agronómico de tomate riñón en los dos sistemas de producción indicó que similares a los resultados del presente estudio, es decir, en esta variable, los factores; sistema de producción y variedades no incidieron en lo que respecta a altura. Con lo que se puede corroborar en este, tomando en cuenta que las alturas en este estudio comparten rangos estadísticos.

Por el contrario, los resultados mostrados por Zárate (2007) en la evaluación de sistema hidropónico y suelo indicaron, que el tomate riñón tuvo mayor altura de planta en suelo en comparación con el sistema hidropónico. El autor mencionó que la preparación del sustrato fue una mezcla entre arena y pomina lo que provocó una mayor lixiviación de nutrientes; en relación con el presente estudio esta causa no afectó en la altura de planta ya que no existió diferencias entre los dos sistemas de producción para las variedades evaluadas. Lo cual no coincide con Brito (2012) quien asegura que, los sustratos con alta porosidad (pomina, arena, cascarilla de arroz, entre otros), permiten un mayor desarrollo de las plantas.

En la interacción días con variedades, existió un comportamiento similar de las variedades de tomate a los 40, 80 y 120 días; las variedades Semiramis (67,05; 182,20; 264,30 cm) y Sena fueron más altas (66,23; 168,85; 248,90 cm) que Sheyla Victory (45,70; 139,85; 204,33 cm) y Tosmar (55,45; 155,50; 203,28 cm) (*Figura 3, Anexo 2*).



**Figura 3.** Altura de planta para la interacción entre días de medición y variedades de tomate riñón

**Elaborado por:** El autor

## 4.2. Días a la floración

El análisis de varianza para los datos de la variable días a la floración por piso mostró interacción entre sistemas de producción, variedad y piso de producción ( $F=5,89$ ;  $gl=6,414$ ;  $p=0,0001$ ). (Tabla 8). En las variedades de tomate riñón de crecimiento indeterminado se consideraron las zonas de crecimiento inferior, medio y superior como pisos de producción, donde se tomaron los datos de esta variable.

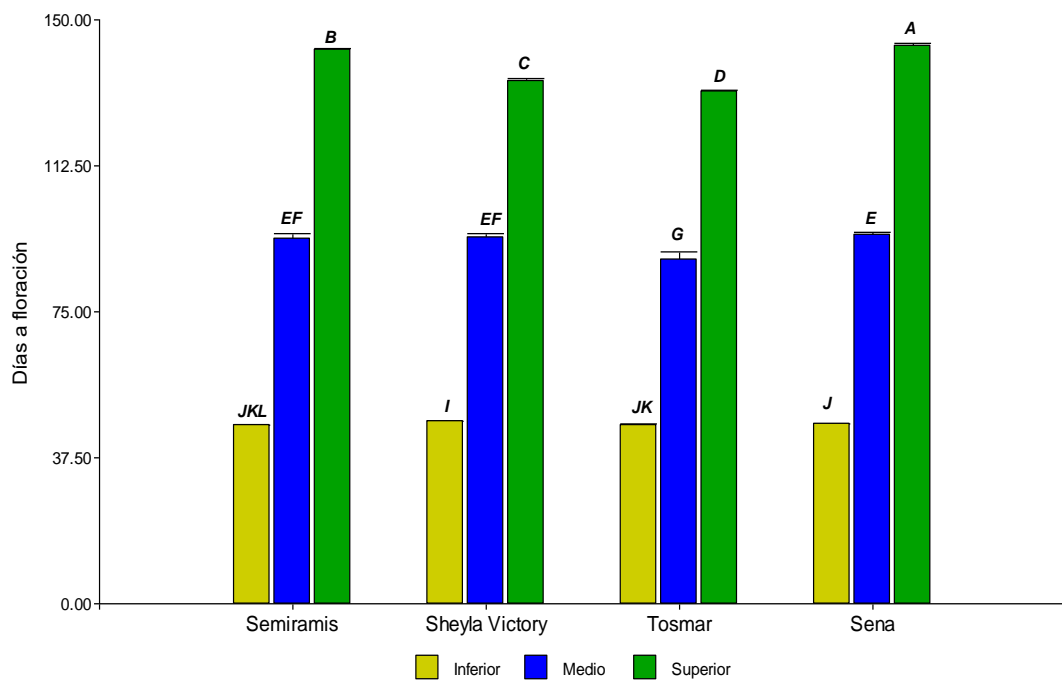
**Tabla 8.** Análisis de varianza, días a la floración por piso del cultivo de tomate riñón

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>Valor-F</b>	<b>Valor-p</b>
SP	1	414	1,80	0,1800 ns
Variedad	3	414	57,64	0,0001 ns
Piso	2	414	168762,85	0,0001 ns
SP: Variedad	3	414	3,38	0,0184 ns
SP: Piso	2	414	1,89	0,1527 ns
Variedad: Piso	6	414	183,12	0,0001 ns
SP: Variedad: Piso	6	414	5,89	0,0001*
Cv:41,68				

**Elaborado por:** El autor.

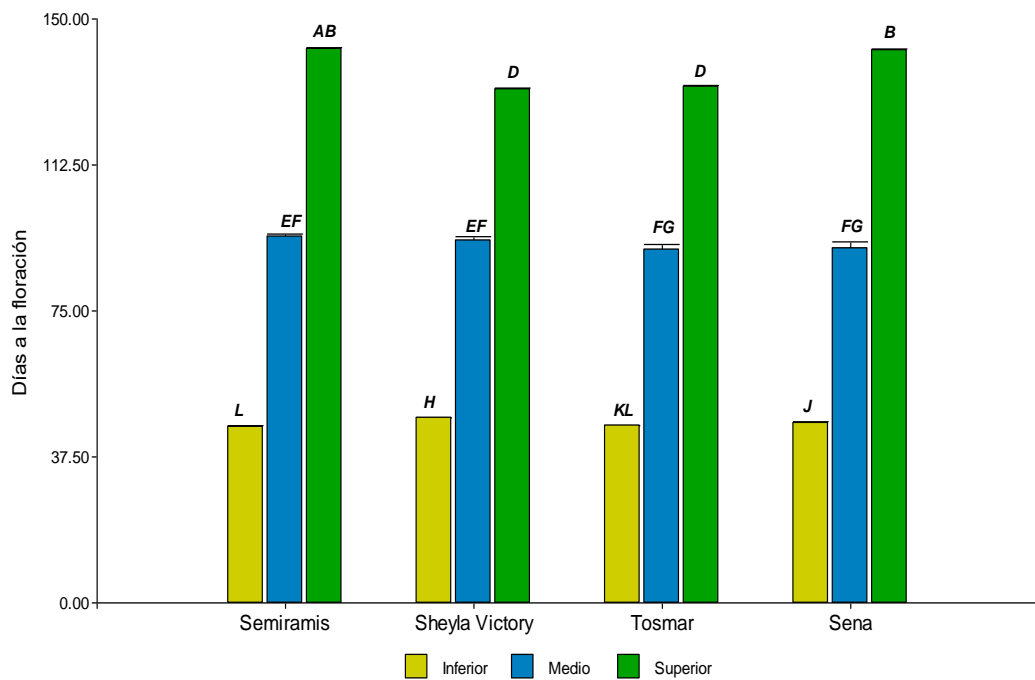
Nota \*: Significativo al 5%; ns: no significativo

Los resultados determinaron que la floración inició en el piso inferior, las variedades Semiramis, Tosmar y Sena iniciaron de manera similar en los dos sistemas de producción (en promedio 45 días), sin embargo, la variedad Sheyla empezó la floración con un día de diferencia en el sistema hidropónico. En el segundo piso de floración las variedades Sheila, Tosmar y Semiramis presentan similitud en los días de floración tanto para suelo como hidropónico (91 días en promedio), sin embargo, en este piso la variedad Sena inicia la floración con dos días de diferencia en el sistema suelo comparados con el hidropónico. En el tercer piso, las variedades Sheila y Tosmar presentan similares días de floración en los dos sistemas de producción (132 días en promedio), por otro lado, las variedades Sheila y Sena muestran un día de adelanto en la floración en el sistema suelo (*Figura 4 y 5, Anexo 3*).



**Figura 4.** Días a la floración para la interacción entre sistema hidropónico y variedades del cultivo

**Elaborado por:** El autor.



**Figura 5.** Días a la floración para la interacción entre sistema suelo y variedades del cultivo

**Elaborado por:** El autor.

De acuerdo con los autores Pérez et al. (2001) y Bustamante (2004) el inicio de la floración depende de factores ambientales principalmente de la temperatura, que oscilan entre 15 a 20 °C, también el tipo de variedades a sembrar, es por ello que las variedades de crecimiento determinado inician la floración a los 30 a 35 días; en cambio, las de crecimiento indeterminado la floración inicia a los 45 y 50 días después del trasplante, información que coincide con esta investigación, la floración de las variedades indeterminadas en estudio estaba dentro del rango señalado por los autores (45,35 a 47,43 días) con una temperatura dentro del invernadero que osciló entre 16 y 20 °C respectivamente. Además, los mismos autores mencionaron que los datos de floración inicial en la zona de crecimiento basal (inferior) son los más importantes, ya que la floración de las zonas medias y superiores depende del comportamiento fisiológico de cada una de las variedades (pisos de crecimiento por ser variedades indeterminadas).

#### 4.3. Días a la formación del fruto

Los análisis mostraron interacción entre sistemas de producción, variedad y piso para la variable días a la formación de fruto ( $F=2,75$ ;  $gl=6,414$ ;  $p=0,0124$ ) (Tabla 9).

**Tabla 9.** Análisis de varianza, días a la formación del fruto de tomate riñón.

F.V.	GLT	GLE	Valor-F	Valor-p
SP	1	414	5,96	0,0001 ns
Variedad	3	414	63,79	0,0151 ns
Piso	2	414	173912,46	0,0001 ns
SP: Variedad	3	414	2,91	0,0001 ns
SP: Piso	2	414	0,13	0,0344 ns
Variedad: Piso	6	414	174,36	0,0001 ns
SP: Variedad: Piso	6	414	2,75	0,0124*
Cv:34,93				

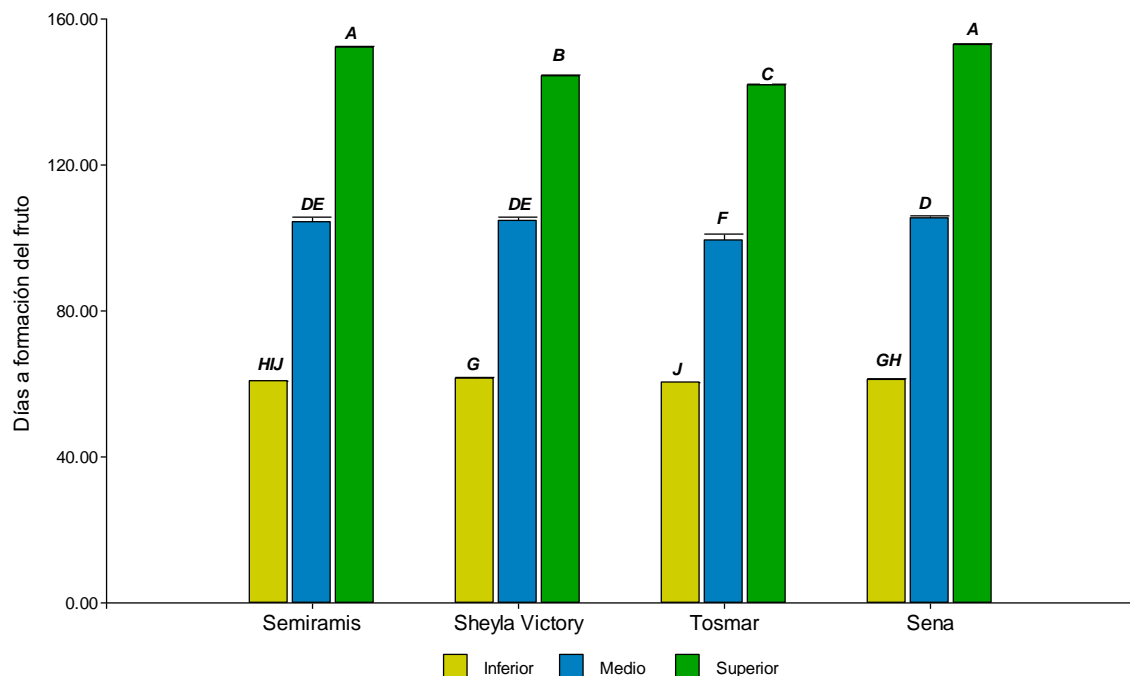
**Elaborado por:** El autor.

*Nota* \*: Significativo al 5%; ns: no significativo

De forma similar a los días de floración, en las variedades de tomate riñón de crecimiento indeterminado se observó la formación de frutos primero en la parte inferior

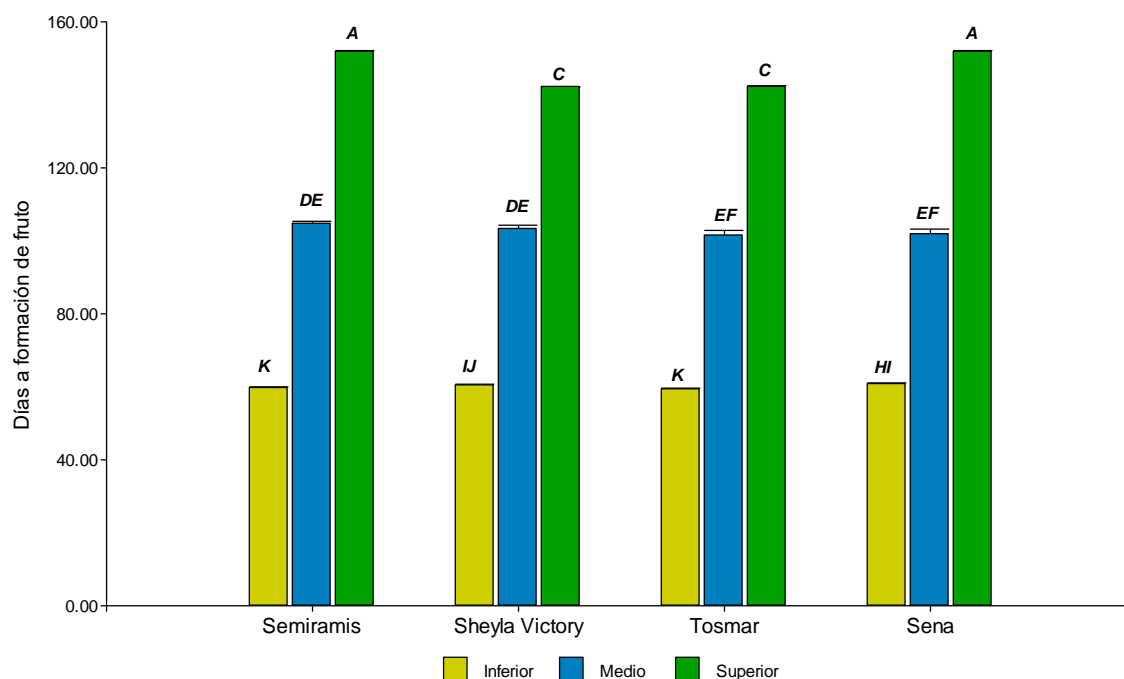


(60 días), seguido de la media (101 días) y superior (150 días) de las plantas. En el piso inferior la variedad Sena presenta similares días en los dos sistemas de producción; las variedades Sheyla, Semiramis y Tosmar presentan diferencia de un día con respecto a la formación de frutos, primero se presenta en el sistema suelo comparado con hidroponía. En el piso medio, las variedades Semiramis, Sheyla y Tosmar presentan similitud en cuanto a los días de formación de frutos, sin embargo, la variedad Sena inicia la formación de frutos a los 101 días en suelo y a los 105 en hidroponía, presentando una diferencia por sistema de producción. En el piso superior, las variedades Semiramis, Tosmar y Sena presentan similitud en cuanto a los días de formación de frutos; la variedad Sheyla inicia la formación de frutos en el sistema suelo con dos días de adelanto (*Figura 6 y 7, Anexo 4*).



**Figura 6.** Días a la formación del fruto para la interacción entre sistema hidropónico y variedades del cultivo

**Elaborado por:** El autor.



**Figura 7.** Días a la formación del fruto para la interacción entre sistema suelo y variedades del cultivo

**Elaborado por:** El autor.

Pérez et al. (2011) al referirse a la formación de frutos de tomate de mesa, mencionaron que esta etapa fisiológica depende fundamentalmente de los factores climáticos, principalmente de la temperatura. Además, señalan que existe una influencia entre el híbrido indeterminado y el tipo de sistema de siembra donde se desarrolla el cultivo; en tal sentido que, el inicio de la formación del fruto ocurrió entre los 60 y 65 días, información que coincidió con los datos del presente estudio (60 días inicio de formación del fruto).

Por otra parte, varios estudios indicaron que el sistema de producción tuvo poca influencia en los días a la formación de frutos; más bien la influencia se debe a la variedad indeterminada del tomate que se cultiva. Amaguaña (2009) al evaluar diferentes variedades de tomate riñón en suelo e hidroponía, indica que los sistemas de producción no influyeron al momento de la fructificación; información que coincidió con la investigación de Bustamante (2004), quien aseguró que los sistemas de producción no afectaron la fructificación; más bien, advirtió tener en cuenta la adaptabilidad del híbrido, donde las óptimas condiciones ambientales promueven procesos fisiológicos excelentes.

#### 4.4. Días al inicio de la cosecha

El análisis de varianza para días de la cosecha sugiere una interacción entre sistemas de producción y variedad ( $F=7,36$ ;  $gl=3$ , 1.49;  $p=0,0001$ ) (Tabla 10).

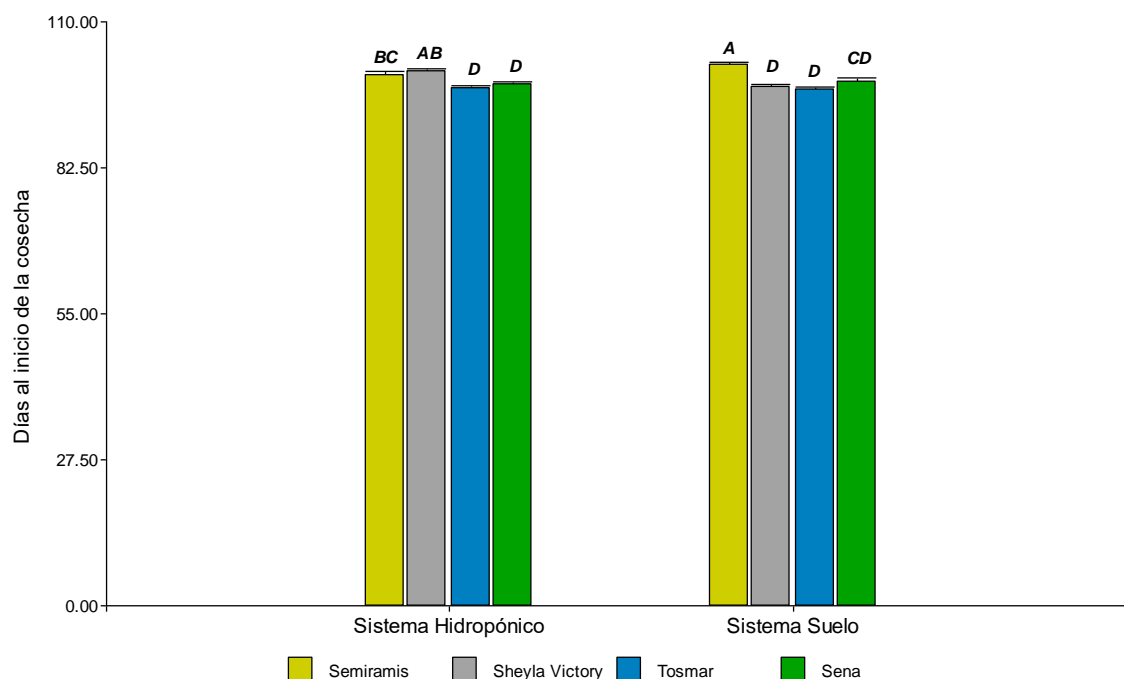
**Tabla 10.** Análisis de varianza, días al inicio de la cosecha de tomate riñón

F.V.	GL <sub>T</sub>	GL <sub>E</sub>	Valor-F	Valor-p
SP	1	1,49	0,17	0,6845 ns
Variedad	3	1,49	14,14	0,0001 ns
SP: variedad	3	1,49	7,36	0,0001 *
CV: 2,88%				

**Elaborado por:** El autor

*Nota* \*: Significativo al 5%; ns: no significativo

En base a los resultados, el comportamiento de cada una de las variedades difiere en cuanto a los sistemas de producción. Las variedades Tosmar y Sena no presentan diferencias significativas tanto en el sistema hidropónico como en suelo, con un promedio de 98 días de inicio de cosecha. Para la variedad Semiramis, inicia la cosecha en el sistema hidropónico a los 100 días, a diferencia de los 101 días en suelo, por otro lado, la variedad Sheyla inició la cosecha primero en el sistema suelo a los 97 días comparados con 100 en el sistema hidropónico (*Figura 8, Anexo 5*).



**Figura 8.** Días a la cosecha para la interacción entre sistema suelo y variedades del cultivo

**Elaborado por:** El autor.

Al respecto, Pérez et al. (2011), anotó que estas etapas fisiológicas del tomate de mesa dependen de los factores ambientales, varietales y en menor proporción al tipo de producción que se utilice, señalando, además, de 85 a 100 días como rango de inicio de la cosecha para variedades indeterminadas. Al comparar los datos obtenidos en este estudio los resultados están dentro de este rango de inicio de cosecha. (98 días promedio). Esta información se puede relacionar con la información antes mencionada de los autores, ya que también las variedades son indeterminadas.

En estudios similares como el de Amaguaña (2009) señala que, la cosecha de tomate de mesa en los dos sistemas de producción (hidropónico y suelo) tuvieron influencia por los sistemas de producción, además, el comportamiento y adaptabilidad de las variedades indeterminadas, información que concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación, especialmente con los datos obtenidos con la variedad Sheyla Victory (97 días promedio).

Por el contrario, los aportes del AAIC (2003), mencionan que los días a la cosecha están influenciados por la variedad y de las características agroclimáticas de cada zona. Más no por el tipo de sistema de producción.

#### 4.5. Clasificación y número de frutos por categoría

El análisis de varianza presentó interacción entre los factores sistema de producción, variedad y categoría ( $F=3,13$ ;  $gl=6, 69$ ;  $p=0,0090$ ) (Tabla 11).

**Tabla 11.** Análisis de varianza, clasificación y número de frutos por categoría de tomate riñón

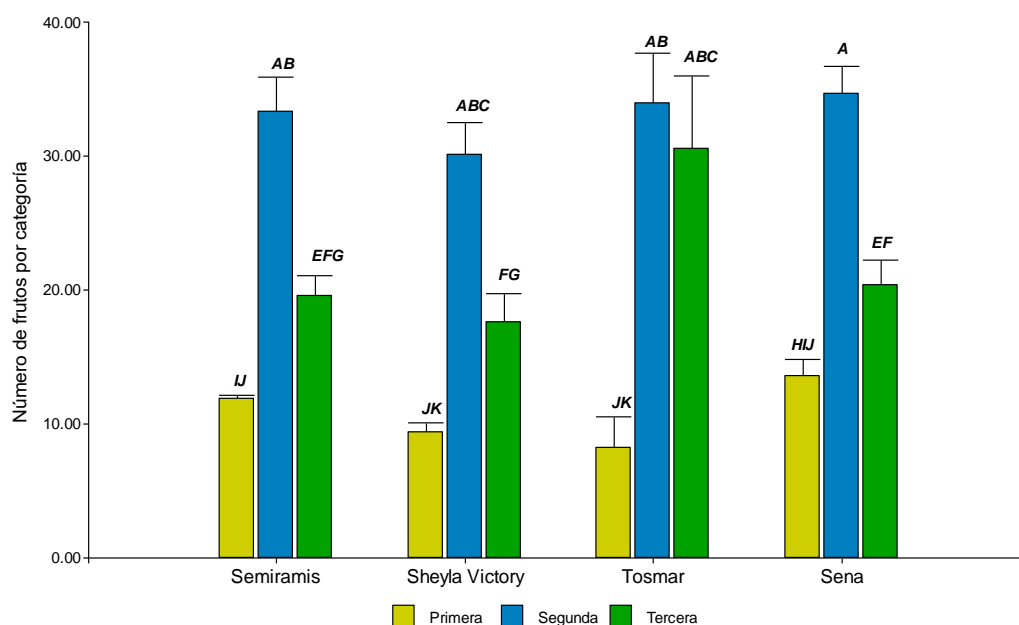
F.V.	GLT	GLE	Valor-F	Valor-p
SP	1	69	2,30	0,1335 ns
Variedad	3	69	5,55	0,0018 ns
Categoría	2	69	205,08	0,0001 ns
SP: variedad	3	69	0,94	0,4271 ns
SP: Categoría	2	69	2,56	0,0849 ns
variedad: Categoría	6	69	4,92	0,0003 ns
S P; variedad: Categoría	6	69	3,13	0,0090 *
Cv:45,27				

**Elaborado por:** El autor.

*Nota* \*: Significativo al 5%; ns: no significativo

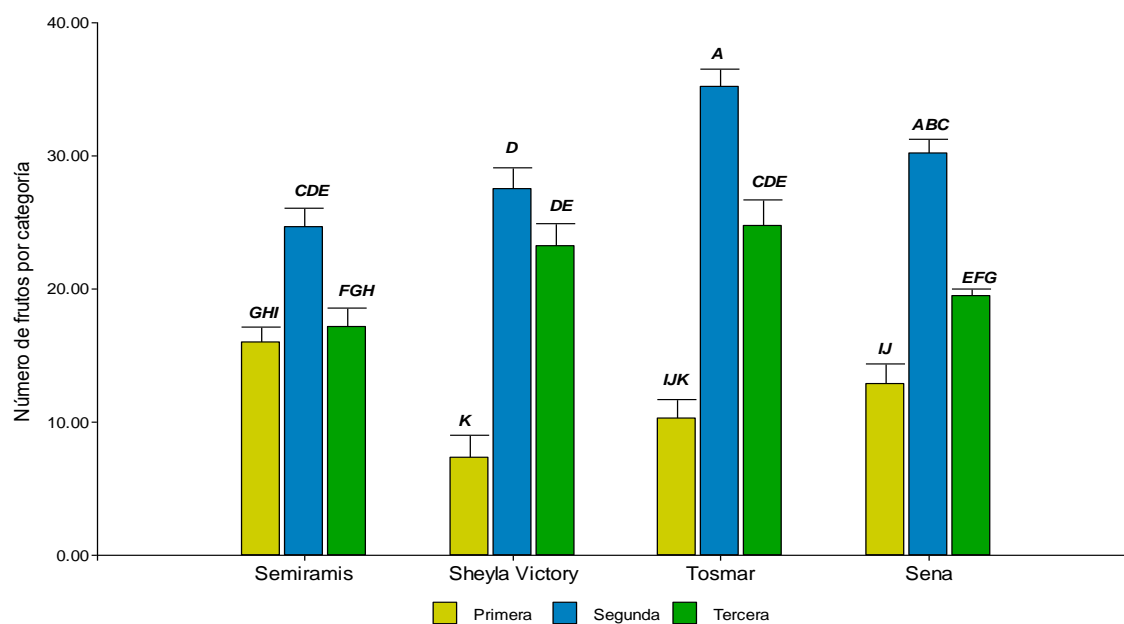
Las variedades Semiramis, Sheyla y Sena presentan mayor número de frutos en la segunda categoría en los dos sistemas de producción. La variedad Tosmar presenta mayor número de frutos en la segunda y tercera categoría en el sistema hidropónico, mientras que en el sistema suelo se presenta mayor número de frutos en la segunda categoría.

Con respecto a la segunda categoría que es donde se presentó el mayor número de número de frutos, no se presentan diferencias entre variedades en el sistema hidropónico; sin embargo, en el sistema suelo, la variedad Tosmar presenta mayor número de frutos que las variedades Sheyla y Semiramis (*Figura 9 y 10, Anexo 6*).



**Figura 9.** Clasificación y número de frutos por categoría para la interacción entre sistema hidropónico y variedades del cultivo.

**Elaborado por:** El autor.



**Figura 10.** Clasificación y número de frutos por categoría para la interacción entre sistema suelo y variedades del cultivo.

**Elaborado por:** El autor.

Zárate (2007) menciona que el número de frutos por categorías depende de la forma en que se realizó el raleo de frutos no comerciables, obteniéndose un mayor número de frutos de primera categoría, seguida de la segunda y tercera categorías respectivamente. Esta práctica cultural es importante para obtener frutos de primera categoría, lo que dice Zárate (2007), sin embargo, en el presente estudio no se planificó y no se realizó el raleo de frutos, en consecuencia, los resultados que se obtuvieron fueron; un mayor número de frutos de segunda categoría, seguido los de tercera y al final los de primera en todos los tratamientos.

Se evidenció diferencias entre los sistemas hidropónico y suelo a pesar de la homogeneidad del manejo y prácticas culturales ejecutadas; más bien, se puede decir que el número de frutos por categorías dependió de las variedades evaluadas; resultado que concordó con lo que menciona Reyes (2009), que el número de frutos por planta de las diferentes categorías se establecen por los caracteres genéticos de la planta, las mismas que pueden equilibrar las reservas de micro y macronutrientes.

#### 4.6. Número de frutos por planta

El análisis de varianza, con respecto a la variable número de frutos por planta señaló que no existe interacción entre sistema de producción y variedades ( $F=0,63$ ;  $gl=3,21$ ;  $p=0,6011$ ). Por otro lado existe diferencia significativa con respecto a variedad ( $F=15,14$ ;  $gl=3,21$ ;  $p=0,0001$ ), pero no presenta diferencias entre sistemas de producción ( $F=3,31$ ;  $gl=1,21$ ;  $p=0,0803$ ) (Tabla 12).

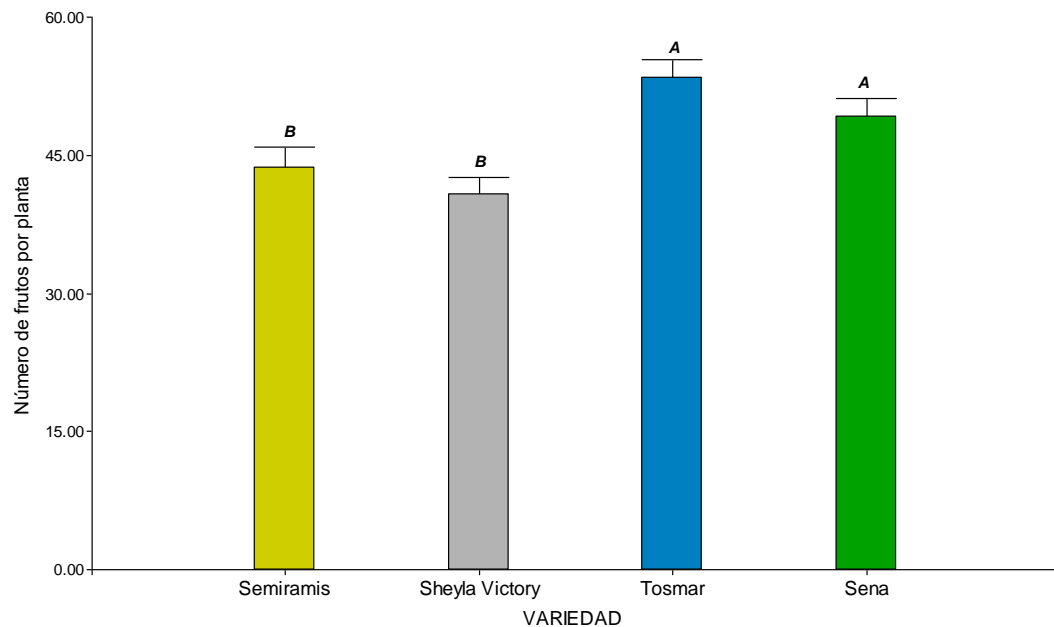
**Tabla 12.** Análisis de varianza, número de frutos por planta de tomate riñón

<b>F.V.</b>	<b>GLT</b>	<b>GLE</b>	<b>Valor-F</b>	<b>Valor-p</b>
SP	1	21	3,31	0,0830 ns
Variedad	3	21	15,14	0,0001 *
S P; variedad	3	21	0,63	0,6011 ns
CV: 45,27%				

**Elaborado por:** El autor.

Nota \*: Significativo al 5%; ns: no significativo

Los resultados identificaron a las variedades Tosmar (53,46 frutos) y Sena (49,23 frutos) en el primer rango y a las variedades Seminaris (43,64 frutos) y Sheyla Victory (40,78 frutos) en el segundo rango. La diferencia entre estos dos grupos fue de 10 frutos (Figura 11, Anexo 7).



**Figura 11.** Número de frutos por planta para la interacción de variedades en el cultivo.

**Elaborado por:** El autor.

Los resultados antes mencionados se paralelizan con los resultados alcanzados en la investigación de Bustamante (2004) quién también evaluó híbridos de tomate riñón en los sistemas de hidroponía y suelo, obteniendo diferencias de frutos por planta en los dos sistemas de producción concluyendo, que la cantidad de frutos estuvieron definidos por los caracteres genéticos de variedades e híbridos de este cultivo. De igual forma, Zárate (2007) al evaluar el número de frutos por planta de tomates híbridos en el sistema hidropónico y suelo, obtuvo cantidades diferentes de frutos por planta en cada sistema, observando que el número de frutos dependió del tipo de variedades, sean éstas indeterminadas o determinadas; además anotó que esta variable dependió de la nutrición y absorción de nutrientes que recibieron las plantas.

Así mismo, Betancourt (2014) al evaluar los números de frutos por planta en hidroponía, afirmó que las variedades en estudio presentaron un promedio de 50 frutos por



planta, explicando que la práctica cultural del despunte apical no tuvo ningún efecto; se debe indicar que en esta investigación se consideró y se cosecharon los frutos en 12 pisos de producción ya que para las variedades evaluadas no se realizó despuntes apicales obteniendo como promedio de 50 frutos por planta.

#### 4.7. Calibre de frutos

El análisis de varianza indicó que existe interacción entre sistema de producción y variedad ( $F=3,18$ ;  $gl=3,469$ ;  $p=0,0238$ ) y existe diferencias entre variedades ( $F=12,26$ ;  $gl=3,469$ ;  $p=0,0001$ ) para la variable calibre de frutos. Mientras que para sistemas de producción no hubo diferencias significativas ( $F=3,05$ ;  $gl=1,469$ ;  $p=0,0812$ ) (Tabla 13).

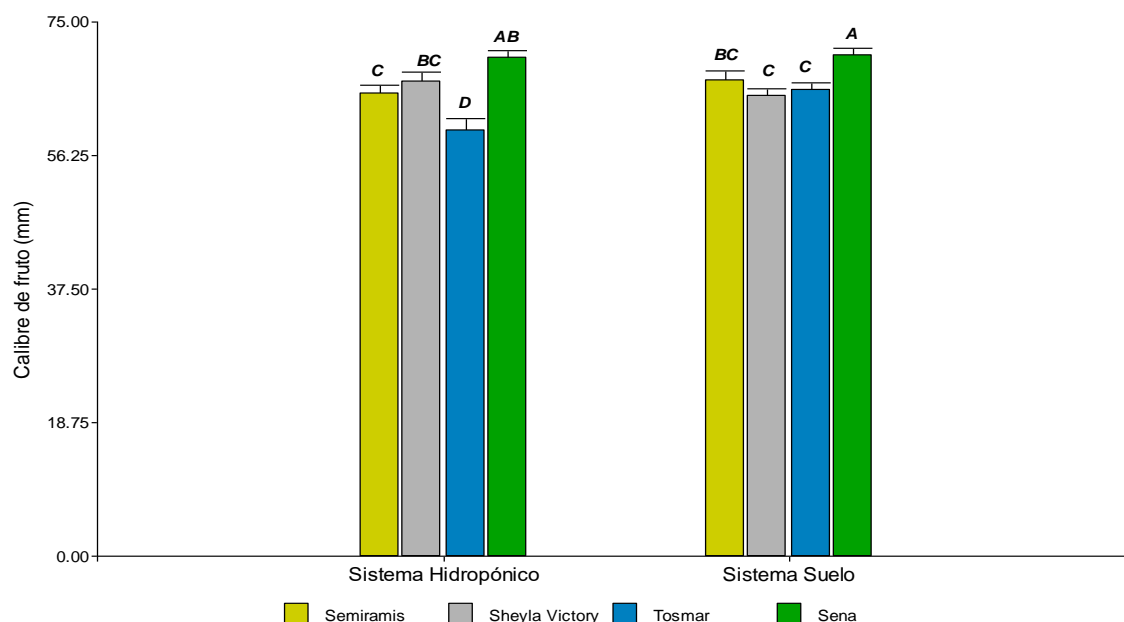
**Tabla 13.** Análisis de varianza, calibre de frutos de tomate riñón

F.V.	GLT	GLE	Valor-F	Valor-p
SP	1	469	3,05	0,0812 ns
Variedad	3	469	12,26	0,0001 *
SP: variedad	3	469	3,18	0,0238 *
CV: 15,49%				

**Elaborado por:** El autor.

Nota \*: Significativo al 5%; ns: no significativo

La interacción que presenta los resultados de calibre de frutos muestra que las variedades en estudio tienen un comportamiento distinto en los dos sistemas de producción. La variedad Tosmar (65,35 mm) presenta mayor calibre de frutos en el sistema suelo, comparado con el sistema hidropónico (59,73), mientras que las otras variedades muestran similitud en cuanto a calibre de fruto en los dos sistemas de producción. Dentro del sistema hidropónico, las variedades Semiramis, Sheyla y Sena presentan mayor calibre que Tosmar, mientras que en el sistema suelo, la variedad Sena presenta mayor calibre a las otras tres variedades con un promedio de (66, 68 mm) (*Figura 12, Anexo 8*).



**Figura 12.** Calibre de frutos para la interacción entre sistema de producción y variedades en el cultivo de tomate riñón

**Elaborado por:** El autor.

El estudio que realizó Pacheco y Pérez (2010) sobre los calibres de los frutos de tomate riñón establecieron que los tomates que alcanzaron diámetros de 100 mm se los calificó como extra grandes; grandes a los de 80 a 100 mm; medianos a los de 65 a 80 mm y pequeños a los de 65 mm indicó además que esta variable dependió mucho de las variedades a sembrar, al manejo y al tipo de producción relacionando este estudio con los resultados obtenidos en la presente investigación se podría señalar que los materiales evaluados presentaron calibres medianos, es decir, entre 65 a 68 mm en el sistema hidropónico y suelo, como se observa en la Figura 12.

Se reafirma la validez de los datos obtenidos con la variedad Sena con una media de 68 mm de calibre con el estudio de Polanco (2011) quien alcanzó calibres entre 65 a 80 mm y calificándolos como tomates medianos; explicó además que esto se debió al tipo de manejo que se dio en los sistemas de producción hidropónico y suelo, la nutrición que recibieron las plantas de acuerdo con los requerimientos que necesita la planta.

#### 4.8. Rendimiento

El análisis de varianza para la variable rendimiento demostró que existe interacción entre sistemas de producción y variedad ( $F=3,23$ ;  $gl=18$ ;  $p=0,0468$ ) y diferencias entre variedades ( $F=21,55$ ;  $gl=18$ ;  $p=0,0001$ ), mientras que para sistemas de producción no presenta diferencias significativas ( $F=4,52$ ;  $gl=3$ ;  $p=0,1234$ ) para la variable rendimiento (Tabla 14).

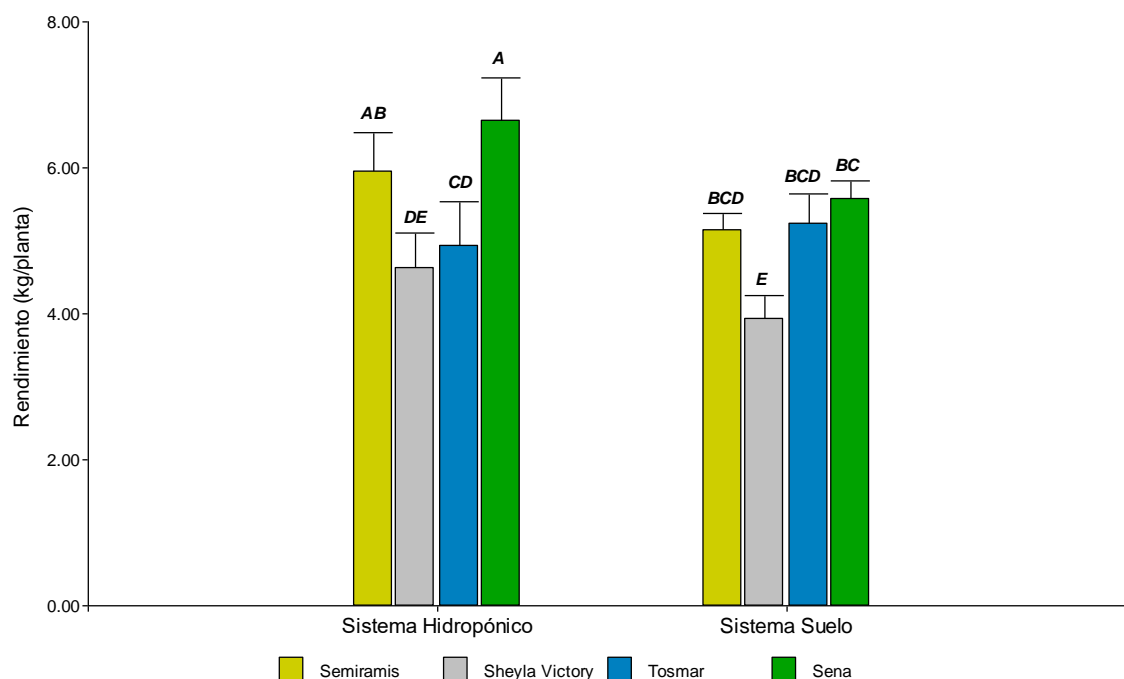
**Tabla 14.** Análisis de varianza para rendimiento de tomate riñón

F.V.	GLT	GLE	Valor-F	Valor-p
SP	1	3	4,52	0,1234 ns
Variedad	3	18	21,55	0,0001 *
SP: variedad	3	18	3,23	0,0468 *
Cv:21,24				

**Elaborado por:** El autor.

*Nota* \*: Significativo al 5%; ns: no significativo

Los resultados mostraron que la variedad Sena presenta mayor rendimiento en el sistema hidropónico (6,65 kg/planta) comparado con el sistema suelo (5,57 kg/planta), mientras que las otras tres variedades presentaron similitud en los dos sistemas de producción (con un promedio de 5 kg/planta). Dentro del sistema hidropónico las variedades Semiramis y Sena muestran mayor rendimiento que las variedades Sheyla y Tosmar; por otro lado, en el sistema suelo, las variedades Semiramis, Tosmar y Sena presentan mayor rendimiento que la variedad Sheyla (*Figura 13, Anexo 9*).



**Figura 13.** Rendimiento para la interacción entre sistema de producción y variedades de tomate riñón

**Elaborado por:** El autor.

La diferencia entre el sistema hidropónico y suelo alcanzado en esta investigación coincidió con la información de Zárate (2007) evaluando tres variedades de tomate riñón en los sistemas de producción suelo e hidroponía. Tomando en cuenta que, en los dos sistemas de producción se obtiene altos rendimientos en producción de tomate riñón, a más de las condiciones climáticas, edáficas y genéticas de las variedades, información que concordó también con los trabajos de (Bustamante, 2004).

Así mismo el estudio de Ortega et al. (2010) probando diferentes variedades de tomate riñón en el sistema hidropónico y suelo, determinaron de 5 a 8 kg/planta, de rendimiento bajo el sistema hidropónico. Estos rendimientos se alcanzaron debido al sustrato utilizado (aserrín con una mezcla de cascarilla de arroz), donde las plantas mejoraron significativamente su composición agronómica, crecimiento, desarrollo y la misma producción; añadiendo, además, que se tuvo poca presencia de agentes patógenos, contaminación y facilidad de asimilación de nutrientes a través de las raíces. Estas referencias de trabajos similares a esta investigación, ayudó a entender los resultados del comportamiento y producción de las variedades Sena, Semiramis, Tosmar y Sheyla Victory.

Los rendimientos alcanzados (6,65 kg/planta) se encontraron dentro de los rangos señalados por el INIAP (2009) y Ortega et al. (2010); así como también el señalamiento a la hidroponía como una alternativa de producción sana y limpia para este cultivo, muy susceptible a la alta aplicación de pesticidas en campo. Con respecto a los tratamientos que alcanzaron rendimientos menores a los señalados (5 a 8 kg/planta) se deberán realizar los ajustes necesarios en los sistemas de producción, especialmente en lo que se refiere a la nutrición mineral a través del sistema de riego.

#### **4.9. Análisis económico**

El análisis de presupuesto parcial propuesto por el CIMMYT (1988), propone considerar los siguientes aspectos:

1. El rendimiento bruto de campo, rendimiento ajustado (en este caso el 2%), beneficios brutos, total de costos variable y beneficios netos)
2. El análisis de dominancia (incluye los costos que varían y beneficios netos)
3. El análisis marginal (costos que varían, costos marginales, beneficios netos, beneficios netos marginales, tasa de retorno marginal)
4. La tasa de retorno marginal aceptable del 100%.

Los beneficios brutos de campo (USD/ha) fueron el producto del valor de la fruta en el mercado, multiplicado por los rendimientos ajustados. Para el total de los costos que varían (USD/ha) se sumaron los insumos y materiales que se utilizaron en cada uno de los sistemas de producción; este costo se restó a los beneficios brutos y se consiguieron los datos de los beneficios netos (USD/ha) (Tabla 15), (Anexo) 13.

**Tabla 15.** Análisis de dominancia económica de los tratamientos evaluados.

Tratamiento		Rendimiento	Rendimiento	Beneficios	Total, costos	Beneficios	DOMINANCIA
		Medio	ajustado 2%	Brutos	que varían	netos	
Cód	Descripción	(kg/ha)	(kg/ha)	(USD/ha)	(USD/ha)	(USD/ha)	
T1	HV1	83125	66500,00	33250	3870,00	29380,00	
T2	H1V2	57750	46200,00	23100	3870,00	19230,00	<b>D</b>
T3	HV3	61625	49300,00	24650	3870,00	20780,00	<b>D</b>
T4	HV4	74250	59400,00	29700	3870,00	25830,00	<b>D</b>
T5	SV1	64375	51500,00	25750	625,00	25125,00	<b>D</b>
T6	SV2	49000	39200,00	19600	625,00	18975,00	<b>D</b>
T7	SV3	65500	52400,00	26200	625,00	25575,00	<b>D</b>
T8	SV4	69625	55700,00	27850	625,00	27225,00	

**Elaborado por:** El autor.

**Nota:** Un tratamiento es dominado (**D**) cuando tiene beneficios netos menores o iguales, a los de un tratamiento de costos que varían más bajos. Precio promedio del kilo de tomate riñón = 0,50 USD (SINAGAP, 2016).

#### 4.9.1 Tasa de retorno marginal

Después de haber realizado el análisis de dominancia de los beneficios netos los tratamientos (T1) y (T8) no fueron dominados, con los cuales se realizó el análisis de la tasa de retorno marginal para determinar el tratamiento que se debería recomendar. El porcentaje de retorno marginal fue el producto de la resta entre beneficios netos y dividido para la resta del total de los costos que varían (Tabla 16).

**Tabla 16.** Tasa de retorno marginal (TRM).

		Total		Tasa		
TRATAMIENTOS		Costos	Costos	Beneficios	Beneficios	de retorno
		que varían	marginales	netos	marginales	marginal
Cód.	Descripción	(USD/ha)	(USD/ha)	(USD/ha)	(USD/ha)	(%)
T1	HV1	3870		33250		
			3245		5400	166
T8	SV4	625		27850		

**Elaborado por:** El autor.

El análisis de los resultados alcanzados en la tabla 16, demostró que el tratamiento T1: (Sistema hidropónico y Variedad Sena) con 166% de Tasa de Retorno Marginal resultó económicamente rentable, por lo que se podría con seguridad recomendar a los agricultores cultivadores de tomate riñón como una alternativa de producción.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

1. El rendimiento de tomate riñón fue influenciado por los sistemas de producción y la variedad, indicando que en el sistema hidropónico la variedad Sena presenta mayores rendimientos en comparación con el sistema suelo. Las variedades Semiramis, Sheyla y Tosmar presentaron resultados similares en los dos sistemas de producción.
2. En cuanto a altura y número de frutos por categoría, existe un efecto de variedad, más gno de sistema de producción. La mayor altura la presentaron las variedades Sena y Semiramis en los dos sistemas de producción, de manera similar estas variedades presentan mayor número de frutos de segunda categoría en los dos sistemas.
3. La variedad Tosmar y Sena fueron las primeras en ser cosechadas tanto en el sistema suelo como el hidropónico, seguida de la variedad Semiramis en el sistema hidropónico y la variedad Sheyla en el sistema suelo.
4. Independientemente del sistema de producción, las variedades Tosmar y Sena presentaron mayor número de frutos que las variedades Semiramis y Sheyla Victory.
5. Bajo las condiciones de este estudio, el análisis económico determinó a la variedad Sena bajo sistema hidropónico como la mejor alternativa de producción de tomate riñón, ya que alcanzó una tasa de retorno marginal mayor.

#### **5.2.RECOMENDACIONES**

1. Realizar estudios con otros sustratos para sistemas hidropónicos con la variedad Sena, para determinar el comportamiento de esta variedad bajo diferentes condiciones y proponer mejores estrategias de producción.
2. Por lo observado en este trabajo se recomienda evaluar nuevos materiales genéticos, ya sean híbridos o variedades determinadas o indeterminadas en suelo e hidroponía; así como diferentes dosis o niveles de fertilización, con el fin de disponer alternativas tecnológicas de producción de tomate riñón.



## BIBLIOGRAFÍA

- AAIC. (2003). Cultivo de tomate riñón en invernadero *Lycopersicon esculentum* Mill. Obtenido de [http://repository.unm.edu: http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11199/El%20cultivo%20de%20tomate%20ri%C3%B1%C3%B3n%20en%20invernadero.pdf](http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11199/El%20cultivo%20de%20tomate%20ri%C3%B1%C3%B3n%20en%20invernadero.pdf)
- AGRIOS, G. (1998). Fitopatología. Traducido del Inglés por Manuel Guzmán Ortiz. México: Limusa.
- ALASKA S.A Importadora. (2015). ALASKA S.A. Obtenido de <http://www.importalaska.com/>: <http://www.importalaska.com/23-tomates.html>
- Amaguaña, L. (2009). “Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero en Quichinche – Otavalo”. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/148>: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/148/2/03%20AGP%2091%20TE SIS.pdf>
- Bastida, O. (2012). Métodos del cultivo Hidropónico de jijomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero basados en doseles escaleriformes. Obtenido de [chapingo.mx: http://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2012112309124791.pdf](http://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2012112309124791.pdf)
- BAYER CropScience. (2015).
- Betancourt, S. (2014). “Evaluación de cuatro híbridos de tomate con dos tipos de poda de conducción cultivados bajo el sistema hidropónico”. Obtenido de [http://repositorio.ug.edu.ec: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4879/1/Betancourtsebasti%C3%A1nCamilo.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4879/1/Betancourtsebasti%C3%A1nCamilo.pdf)
- Borja, N. (2009). Evaluación de parámetros productivos y sensoriales de cuatro variedades indeterminadas de tomate de mesa (*Lycopersicon Esculentum*). Obtenido de [http://repositorio.usfq.edu.ec: http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/736/1/91235.pdf](http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/736/1/91235.pdf)
- Brito, J. (2008). ucuenca.edu.ec. Obtenido de [http://cdjbv.ucuenca.edu.ec: http://cdjbv.ucuenca.edu.ec/ebooks/mag118.pdf](http://cdjbv.ucuenca.edu.ec/ebooks/mag118.pdf)
- Burgos, D. (2014). Identificación, caracterización y control del agente causal de la enfermedad “mancha negra del tallo”, que ataca al tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), Bajo condiciones de invernadero. Tumbaco, Pichincha. Obtenido de [www.dspace.uce.edu.ec: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2455](http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2455)
- Bustamante, N. (2004). Adaptabilidad de cuatro variedades de tomate riñón *lycopersicum sculentum* mill, sitio cango, Cantón putuyango. Obtenido de

<https://dspace.unl.edu.ec/>

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5573/1/Rengel%20Bustamante%20Nelson.pdf>

- Caffarena. (2010). *Cultivos hidropónicos: Nuevas técnicas de producción*. España: Mundi - Prensa.
- CIMMYT 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- Colón, A. (2009). Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/>: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/963/1/P-SENESCYT-0032.pdf>
- Escalona. (2009). Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). Chile : Inova, Chile Corfo.
- Fálor, C., & Aguilar, O. (2008). Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. Scielo.
- Heuvelink, E. (2005). Tomatoes, Crop production science in horticulture . The Netherlands: British Library, London, UK.
- INEC. (2011). Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- INAMHI. (2017). Meteorología. Obtenido de Dirección gestión meteorológica estudios e investigaciones meteorológicas: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/clima/>
- INIAP. (2009). Comportamiento de las principales variedades comerciales de tomate de mesa (*lycopersicum esculentum* mill) al parasitismo de los nematodos “nudo de la raíz” (*meloidogyne incógnita*) y “rosario de la raíz” (*nacobbus aberrans*) en Ibarra - Imbabura. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/>: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1377>
- Llerrena, E. (2007). comportamiento de dos genotipos, de tomate riñon *lycopersicum esculentum* mill en diferentes sustratos hidroponicos en Yuyucocha . Obtenido de Repositorio UTN.
- Montenegro, L., & Guzmán, J. (2002). “Proyecto de prefactibilidad para la producción y exportación de tomate riñon a Colombia”. Obtenido de Repositorio digital UTE: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6220/1/17810\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6220/1/17810_1.pdf)
- Ortega, L., Sánchez, J., Ocampo, J., Sandoval, E., Salcido, B., & Manzo, F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate riñon (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. redylac.org, 339-346.

- Pacheco , P., & Pérez, A. (2010). Ficha técnica de calidad de tomate . Obtenido de <http://www.mercadomodelo.net/documents/27911/19558b84-add4-4120-a57b-c82080f84da1>
- Perez, J., Hurtado , G., Aparicio, V., Argueta , Q., & Larin , M. (2001). Cultivode tomate riñón. El Salvador: CENTA.
- Pinto, C. (2001). Proyecto de Factibilidad de cultivo semi-hidropónico de tomate riñón. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec>: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/1417>
- Polanco , C. (2011). "Uso de alternativas de reemplazo a los ditiocarbomatos en la prevención de phytophthora infestans causante del tizón tardío en el cultivo de tomate riñón (*solnanum lycopersicum*), cultivado a campo abierto en el sectro Cuambo Canton Ibarra". Obtenido de <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/163/3/T72595.pdf>
- Quintana , R. (2010). Efecto del número de racimos por plantas sobre el rendimeinto de tomate (*solanum lycopersicum L.*). Revista Colombiana de Ciencias Horticolas, 199-208.
- Ramírez , G. (2013). "Evaluación agronómica bajo cubierta de tres híbridos de tomate riñón (*lycopersicum sculentum mill*), en la Provincia de Santo domingo de los Tsáchilas". Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6247>: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6247/1/T-ESPE-STO%20DGO-002467.pdf>
- Reyes, C. (2009). Evaluacion de híbridos de tomate riñón (*licopersicum esculentum mill.*) en hidroponía aplicando bioestimulante jisamar en el cantón la libertad. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/>: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/963/1/P-SENESCYT-0032.pdf>
- Salazar, A. (2015). "Evaluacion de tres soluciones nutritivas en el tomate hortícola (*lycopersicon esculentum*) en los híbridos pietro y syta mediante el sistema de slabs". Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec>: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/21745/1/Tesis-127%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20394.pdf>
- Siavichay , M. (2011). Aclimatación de 10 cultivares de tomate (*Licopersicum esculentum Mill*), en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Obtenido de <http://elagroec.com>: <http://elagroec.com/wp-content/uploads/2014/11/TOMATES-BANESTO-Y-OTROS.pdf>
- SINAGAP. (2012). Información de superficie, producción y rendimiento - uso del suelo-estructuras de cotos de producción- estadísticas. Obtenido de SINAGAP: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/estadisticas>

Urbina, C. et al (2009). Manual del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Nodo Hortícola VI Región. Facultad de C. S. Agronómicas, Universidad de Chile. Innova Chile Corfo. Chile.

Zárate, B. (2007). "Producción de tomate (*lycopersicon esculentum* mill.) hidropónico con sustratos, bajo invernadero". Obtenido de [http://tesis.ipn.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/779/1/TESIS\\_MAESTRIA\\_BALDOMERO.pdf](http://tesis.ipn.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/779/1/TESIS_MAESTRIA_BALDOMERO.pdf)

## ANEXOS

### TABLAS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA FISHER

**Anexo 1.** Promedios para la interacción sistema de producción (SP)\* variedad en altura de planta.

SP	Variedad	Medias	E.E.	Rangos
S	V4	172.28	11.46	A
H	V4	170.08	10.58	AB
H	V1	162.32	10.31	AB
S	V1	160.33	9.62	AB
S	V3	141.42	8.03	C
H	V2	135.83	9.27	C
H	V3	134.73	8.87	C
S	V2	124.08	8.03	CD

**Elaborado por:** El autor.

**Anexo 2.** Promedios para la interacción días \* variedad en altura de planta.

<b>Días</b>	<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rangos</b>
120	v4	264,30	6,48	A
120	v1	248,90	3,90	A
120	v2	204,33	3,71	B
120	v3	203,28	8,36	B
80	v4	182,20	2,40	C
80	v1	168,85	2,09	D
80	v3	155,50	3,75	E
80	v2	139,85	1,80	F
40	v4	67,05	0,89	G
40	v1	66,23	1,23	G
40	v3	55,45	0,86	H
40	v2	45,70	0,77	I

**Elaborado por:** El autor

**Anexo 3.** Promedios para para interacción sistemas de producción\* variedad\*piso en días a la floración.

<b>SP</b>	<b>Var</b>	<b>Piso</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rangos</b>
H	v4	superior	143.39	0.41	A
S	v1	superior	142.34	0.39	A B
H	v1	superior	142.25	0.38	B
S	v4	superior	142.06	0.45	B
H	v2	superior	134.42	0.39	C
S	v3	superior	132.54	0.45	D

S	v2	superior	132.05	0.42	D
H	v3	superior	131.52	0.47	D
H	v4	media	94.82	1.22	E
S	v1	media	94.06	1.22	EF
H	v2	media	93.98	1.22	EF
H	v1	media	93.85	1.22	EF
S	v2	media	92.98	1.22	EF
S	v4	media	91.15	1.22	FG
S	v3	media	90.82	1.22	FG
H	v3	media	88.52	1.22	G
S	v2	inferior	47.43	0.21	H
H	v2	inferior	46.80	0.21	I
S	v4	inferior	46.18	0.21	J
H	v4	inferior	46.17	0.21	J
H	v3	inferior	45.90	0.21	JK
H	v1	inferior	45.73	0.21	JKL
S	v3	inferior	45.45	0.21	KL
S	v1	inferior	45.35	0.21	L

**Elaborado por:** El autor.

**Anexo 4.** Promedios para la interacción sistemas de producción\* variedad\*piso, en días a la formación del fruto.

SP	Var	Piso	Medias	E.E.	Rangos
H	v4	superior	152.77	0.37	A
H	v1	superior	152.11	0.35	A

S	v4	superior	151.97	0.41	A
S	v1	superior	151.96	0.36	A
H	v2	superior	144.16	0.36	B
S	v3	superior	142.08	0.41	C
S	v2	superior	142.01	0.38	C
H	v3	superior	141.90	0.42	C
H	v4	media	105.43	1.22	D
S	v1	media	104.76	1.22	DE
H	v2	media	104.57	1.22	DE
H	v1	media	104.46	1.22	DE
S	v2	media	103.18	1.22	DE
S	v4	media	101.76	1.22	EF
S	v3	media	101.44	1.22	EF
H	v3	media	99.15	1.22	F
H	v2	inferior	61.48	0.23	G
H	v4	inferior	61.17	0.23	GH
S	v4	inferior	60.78	0.23	HI
H	v1	inferior	60.68	0.23	HIJ
S	v2	inferior	60.42	0.23	IJ
H	v3	inferior	60.20	0.23	J
S	v1	inferior	59.55	0.23	K
S	v3	inferior	59.33	0.23	K

**Elaborado por:** El autor.

**Anexo 5.** Promedios para sistemas de producción\* variedad, en días al inicio de la cosecha del fruto.



SP	Variedad	Medias	E.E.	Rangos
S	V1	101.90	0,64	A
H	V2	100.60	0,64	AB
H	V1	100.00	0,64	BC
S	V4	98.82	0,58	CD
S	V4	98.15	0,64	D
H	V2	97.70	0,64	D
H	V3	97.55	0,64	D
S	V3	<u>97.25</u>	0,78	D

**Elaborado por:** El autor.

**Anexo 6.** Promedios para sistemas de producción\* variedad y categoría en clasificación y número de frutos por categoría.

SP	Var	Categoría	Medias	E.E.	Rangos
S	v3	SEGUNDA	35.18	3.20	A
H	v4	SEGUNDA	34.64	1.46	A
H	v3	SEGUNDA	33.93	3.20	AB
H	v1	SEGUNDA	33.30	1.61	AB
H	v3	TERCERA	30.52	3.20	ABC
S	v4	SEGUNDA	30.22	1.46	ABC
H	v2	SEGUNDA	30.10	1.73	ABC
S	v2	SEGUNDA	27.46	1.73	BCD
S	v3	TERCERA	24.75	3.20	CDE
S	v1	SEGUNDA	24.66	1.61	CDE
S	v2	TERCERA	23.20	1.73	DE
H	v4	TERCERA	20.35	1.46	EF

H	v1	TERCERA	19.53	1.61	EFG
S	v4	TERCERA	19.43	1.46	EFG
H	v2	TERCERA	17.63	1.73	FG
S	v1	TERCERA	17.15	1.61	FGH
S	v1	PRIMERA	15.98	1.61	GHI
H	v4	PRIMERA	13.53	1.46	HIJ
S	v4	PRIMERA	12.81	1.46	IJ
H	v1	PRIMERA	11.91	1.61	IJ
S	v3	PRIMERA	10.23	3.20	IJK
H	v2	PRIMERA	9.38	1.73	JK
H	v3	PRIMERA	8.26	3.20	JK
S	v2	PRIMERA	7.31	1.73	K

**Elaborado por:** El autor.

**Anexo 7.** Promedios para variedad en clasificación y número de frutos por planta

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rangos</b>
<b>V3</b>	53,46	2,03	A
<b>V4</b>	49,23	2,03	A
<b>V1</b>	43,64	2,03	B
<b>V2</b>	40,78	2,03	B

**Elaborado por:** El autor.

**Anexo 8.** Promedios para sistemas de producción (SP) y variedad en calibre de frutos de tomate riñón.

SP	Variedad	Medias	E.E.	Rangos
S	v4	70.34	1.40	A
H	v4	69.90	1.64	AB
S	v1	66.85	1.40	BC
H	v2	66.58	1.64	BC
S	v3	65.39	1.40	C
H	v1	64.89	1.64	C
S	v2	64.70	1.40	C
H	v3	59.73	1.64	D

Elaborado por: El autor.

**Anexo 9.** Promedios para sistemas de producción (SP) y variedad, en rendimiento (kg/planta) de tomate riñón.

SP	Variedad	Medias	E.E.	Rangos
H	V4	6.65	0.45	A
H	V1	5.94	0.45	AB
S	V4	5,57	0.45	BC
S	V3	5.24	0.45	BCD
S	V1	5.15	0.45	BCD
H	V3	4.93	0.45	CD
H	V2	4.62	0.45	DE
S	V2	3,92	0.45	E

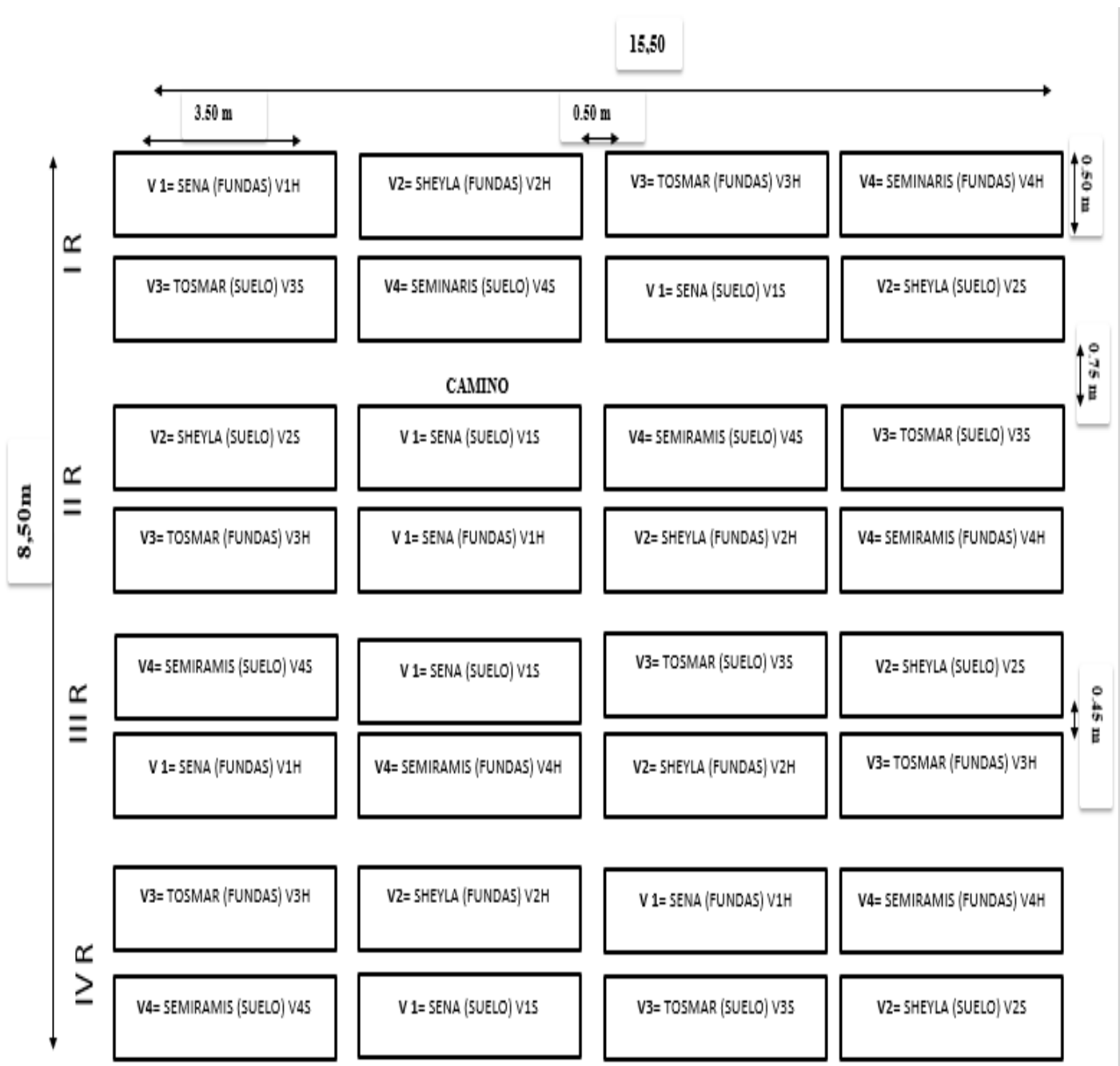
Elaborado por: El autor.

**Anexo 10.** Promedios para Variedad en rendimiento (kg/planta) de tomate riñón.

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rangos</b>
<b>V4</b>	6,11	0,41	A
<b>V2</b>	5,55	0,41	B
<b>V3</b>	5,09	0,41	B
<b>V2</b>	4,27	0,41	C

**Elaborado por:** El autor.

## Anexo 11. Croquis del ensayo, parcelas divididas



**Elaborado por:** El autor.

## Anexo 12. Manejo y control fitosanitario del ensayo.

<b>FECHA</b>	<b>PLAGA O ENFERMEDAD</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>INGREDIENTE ACTIVO</b>	<b>DOSIS</b>
10/08/2016	Prevención, Tizón tardío (Phytophthora infestans)., mosca blanca, (Bemisia tabaci) cogollero. Aplicación en todo el ensayo.	Quita lancha azul, fullmectina	Mancocef y cymoxanil cypermctrina	20 lt de agua (bomba) 2 cucharadas de curalancha y dos de cypermctrina
25/08/2016	Prevención, Tizón tardío (Phytophthora infestans). Mosca blanca, (Bemisia tabaci) cogollero. Aplicación en todo el ensayo.	Quita lancha azul, fullmectina	Mancocef y cymoxanil cypermctrina	20 lt de agua (bomba) 2 cucharadas de curalancha y dos de cypermctrina
23/09/2016	Oidio (Oidium lycopersici), minador de la hoja, (Liriomyza spp) mosca blanca (Bemisia tabaci), aplicación todo el ensayo	Topgum Inimect Ransom	Ozoxytrobin- tridemort Abemectin Acetamiprid	Preparación 20 lt (bomba). 15 cc de topgun, 10 cc de inimect, 1 cucharada de ransom
01/10/2016	Oidio (Oidium lycopersici), minador de la hoja, (Liriomyza spp) mosca blanca (Bemisia tabaci), aplicación todo el ensayo	Topgum Inimect Ransom	Ozoxytrobin- tridemort Abemectin Acetamiprid	Preparación 20 lt (bomba). 15 cc de topgun, 10 cc de inimect, 1 cucharada de ransom
27/10/2016	Oidio (Oidium lycopersici), minador de la hoja, (Liriomyza spp) mosca blanca (Bemisia tabaci), aplicación todo el ensayo	Topgum Inimect Hortisec 75%	Ozoxytrobin- tridemort Abemectin Acephato	Preparación 30 lt agua. 25 cc de topgun, 15 cc de inimect, 40g de hortisec.
05/11/2016	Oidio (Oidium lycopersici), minador de la hoja, (Liriomyza spp) mosca blanca (Bemisia tabaci), lancha (Phytophthora infestans) aplicación todo el ensayo	Topgum Inimect Hortisec 75% ramson curalancha	Ozoxytrobin- tridemort Abemectin Acephato Acetamiprid Mancocef y cymoxanil	Preparación 40 lt agua. 30 cc de topgun, 20 cc de inimect, 40g de hortisec, 20 g de ramson, 80 g de curalancha
08/12/2016	Oidio (Oidium lycopersici), (Liriomyza spp) mosca blanca (Bemisia tabaci), lancha	Topgum Inimect	Ozoxytrobin- tridemort Abemectin	Preparación 40 lt agua. 30 cc de topgun, 30 cc de inimect, 40g de

	(Phytophthora infestans) aplicación todo el ensayo	Hortisec 75% ramson campuz M-8 (amarillo)	Acefato Acetamiprid Mancocef y cymoxanil	hortisec, 20 g de ramson, 80 g de curalancha
--	---	--	--	--

**Elaborado por:** El autor.

### Anexo 13. Costos que varían por tratamientos

Tratamiento		Rendimiento medio (kg/ha)	Rendimiento ajustado 15% (k/ha)	Costo de fundas +	llenado o sustratos	preparación de suelo	deshierba	Total costos que varían (USD/ha)
Código	Descripción							
T1	HV1	83125	66500,00	3500	370	0	0	3870,00
T2	H1V2	57750	46200,00	3500	370	0	0	3870,00
T3	HV3	61625	49300,00	3500	370	0	0	3870,00
T4	HV4	74250	59400,00	3500	370	0	0	3870,00
T5	SV1	64375	51500,00	0	0	400	225	625,00
T6	SV2	49000	39200,00	0	0	400	225	625,00
T7	SV3	65500	52400,00	0	0	400	225	625,00
T8	SV4	69625	55700,00	0	0	400	225	625,00

**Elaborado por:** El autor.



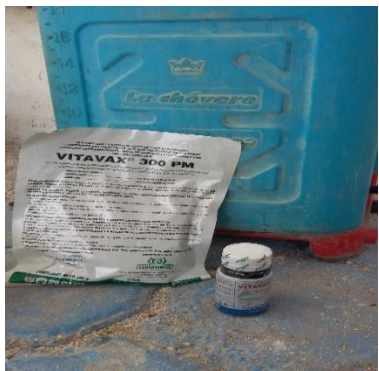
## Anexo 14. FOTOGRAFÍAS




### FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO.

1. Preparación y nivelación del suelo	2. Preparación de camas	3. Lavado y secado de pomina
		
4. Preparación de sustrato	5. Mezcla de sustratos	6. Llenado sustrato en fundas hidropónicas
		
7. Distribución y ubicación de fundas en el ensayo	8. Construcción estructura de madera para la ubicación de tanque	9. Ubicación del tanque y salidas del sistema de riego
		









<b>10. Instalación del sistema de riego en el ensayo</b>	<b>11. Ubicación de mangueras y goteros</b>	<b>12. Pruebas de funcionamiento del sistema de riego</b>
		




<b>13. Cálculos de solución nutritiva</b>	<b>14. Pesaje de fertilizantes, para solución nutritiva</b>	<b>15. Preparación de solución para desinfectar el sustrato (vitavax)</b>
		

<b>16. Desinfección de sustrato hidropónico previo al trasplante</b>	<b>17. Recepción variedades de plántulas de tomate</b>	<b>18. Desinfección de raíces previo al trasplante</b>
		









<b>19. Trasplante, en el sistema hidropónico</b>	<b>20. Trasplante, en suelo</b>	<b>21. Mezcla y preparación de solución nutritiva</b>
		

<b>22. Riego primera semana de trasplante, solución</b>	<b>23. Primera semana de trasplante</b>	<b>24. Primera semana trasplante en el sistema hidropónico</b>
		

<b>25. Amarre para el tutoraje de plantas</b>	<b>26. Plantas tutoradas</b>	<b>27. Limpieza y alzada de camas en el suelo</b>
		



<b>28. Medición altura de planta 30 días</b>	<b>29. Inicio de la floración</b>	<b>30. Inicio de formación del fruto</b>
		

<b>31. Preparación productos para el control fitosanitario</b>	<b>32. Control fitosanitario</b>	<b>33. medición altura 90 días</b>
		

<b>34. Cosecha</b>	<b>35. Calibre de frutos</b>	<b>36. Clasificación de frutos</b>
